

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-178650

(43)Date of publication of application : 30.06.1998

(51)Int.Cl. H04N 9/07

(21)Application number : 09-061385 (71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 14.03.1997 (72)Inventor : TAKIZAWA SHIGEATSU
KO HIROTETSU

(30)Priority

Priority number : 08246423

08275047

Priority date : 18.09.1996

17.10.1996

Priority country : JP

JP

(54) ELECTRONIC CAMERA AND IMAGE PROCESSING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve interpolation processing and to enhance color reproductivity in a single plate electronic camera using a color mosaic filter.

SOLUTION: Average values R' , G' and B' of each signal R , G and B are calculated within 5×5 pixel area with a remarked pixel as a center in an electronic camera using an RGB mosaic filter (S3). For instance, in a remarked pixel where a B filter is laminated, when a signal value in the remarked pixel is B , the interpolation value g of G is calculated as $g = G' + B \cdot B'$, and the interpolation value r of R is calculated as $r = R' + B \cdot B'$ (S4).

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 15.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3707187

[Date of registration] 12.08.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The electronic camera characterized by interpolating the signal value of a color which calculates the average of a signal value according to a filter color in the predetermined field centering on an attention pixel in the veneer-type electronic camera using an optoelectric transducer and a color filter, and is different from the filter color of

said attention pixel based on this average and the signal value of an attention pixel.

[Claim 2] The color filter and Blue of Green And electronic camera characterized by interpolating the signal value of a color which calculates the average of a signal value according to a filter color in the predetermined field centering on an attention pixel in the veneer-type electronic camera using color filters other than Red, changes the average into Blue and a Red signal, and is different from the filter color of said attention pixel based on this average and the signal value of an attention pixel.

[Claim 3] The electronic camera according to claim 1 or 2 characterized by interpolating the signal value of a filter color which is different from the color filter of said attention pixel based on the average of the signal value of a pixel with the color filter of the same color as the color interpolated about said attention pixel the signal value of an attention pixel, the average of the signal value of the pixel which has the color filter of the same color as an attention pixel in said predetermined field, and in said predetermined field.

[Claim 4] When said color filter has a Green filter at least and calculates a Green signal value with interpolation about the attention pixel of filter colors other than Green When the average of the signal value of the pixel which has a Green filter for the average of the signal value of the pixel which has the color filter of the same color as an attention pixel for the signal value of an attention pixel in X and said predetermined field in X' and said predetermined field is made into G' It is $g=G'+\beta(X-X')$ about the interpolation value g of the Green signal about said attention pixel.

It is $g=G'+\beta(G-G')$, when it asked by carrying out, and an attention pixel is an attention pixel of a Green filter color and the signal value is set to G.

The electronic camera according to claim 1 or 2 characterized by carrying out and calculating the interpolation value g of a Green signal.

[Claim 5] said color filter -- Red, Green, and Blue a filter -- respectively -- having -- an attention pixel -- Red and Blue each signal value, when asking with interpolation The average of the signal value of the pixel which has the color filter of the same color as an attention pixel for the signal value of an attention pixel in X and said predetermined field X', They are Red and Blue when the average of the signal value of the pixel which has a Blue filter for the average of the signal value of the pixel which has a Red filter in said predetermined field in R' and said predetermined field is made into B'. It is $r=R'+\beta(X-X')$ about the interpolation values r and b of a signal.

$b=B'+\beta(X-X')$

The electronic camera according to claim 1 characterized by asking by carrying out.

[Claim 6] the configuration which has filter colors other than Red and a Blue filter while said color filter has a Green filter at least -- it is -- an attention pixel -- Red and Blue

each signal value, when asking with interpolation They are Red and Blue about the average of the signal value calculated according to the filter color in said predetermined field. It changes into signal value r' and b' . They are Red and Blue when the average of the signal value of the pixel which has the color filter of the same color as an attention pixel for the signal value of an attention pixel in X and said predetermined field is made into X' . It is $r=r'+\beta(X-X')$ about the interpolation values r and b of a signal.

$b=b'+\beta(X-X')$

The electronic camera according to claim 2 characterized by asking by carrying out.

[Claim 7] The electronic camera of any one publication of claim 4-6 characterized by setting Above β as adjustable according to the modulation transfer function MTF of optical system.

[Claim 8] The electronic camera of any one publication of claim 1-7 characterized by making said predetermined field into the 5×5 -pixel field centering on said attention pixel.

[Claim 9] The electronic camera of any one publication of claim 1-8 characterized by equipping the pixel of the same filter color with the memory which memorizes the sum of the same location on these two or more lines, and the signal of the same color, respectively, and interpolating in said predetermined field using the storage value of this memory about two or more lines on a par with the same location on Rhine.

[Claim 10] The electronic camera characterized by amending limb darkening with a lens to at least one side and coincidence of white balance adjustment and a gain adjustment.

[Claim 11] The image-processing approach which is the image-processing approach that divide an image field into two or more blocks, and two-dimensional orthogonal transformation coding about the image data of each block performs compression of digital image data, and restoration, and is characterized by constituting so that processing which reduces a high frequency component after defrosting may be performed, while performing processing which emphasizes a high frequency component before compression.

[Claim 12] The image-processing approach according to claim 11 characterized by detecting the boundary part of said the block of each and making said high frequency component process about said detected boundary part.

[Claim 13] The image-processing approach according to claim 11 or 12 characterized by making said restoration perform about the image data read from the semiconductor memory of said electronic camera with which the image data which performs said compression records the digital image data which are image data obtained by the

optoelectric transducer in the electronic camera, and were compressed.

[Claim 14] The image-processing approach according to claim 13 that said optoelectric transducer is characterized by having a mosaic-like color filter.

[Claim 15] the image-processing approach according to claim 14 which is the configuration that processing which interpolates and calculates the signal value of the filter color of said attention pixel and a different color in said electronic camera is performed, and is characterized for the processing which emphasizes the high frequency component before said compression by said interpolation processing, simultaneously carrying out.

[Claim 16] The image-processing approach of any one publication of claim 11-15 characterized by processing said high frequency component by the convolution.

[Claim 17] The image-processing approach according to claim 15 characterized by performing emphasis processing of said high frequency component only about a luminance signal.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the approach of compression of the image used in the electronic camera which calculates the signal value of a filter color and a different color with interpolation, this electronic camera, etc., and restoration processing for every pixel in the veneer-type electronic camera using an optoelectric transducer and a color filter in detail about an electronic camera and the image-processing approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] From the former, a color filter is put on each of each pixel of optoelectric transducers, such as CCD, and the veneer type electronic camera which acquires a color picture signal is known. Luminance signal with which high resolution is demanded in said veneer type electronic camera as shown, for example in drawing 2 (Green signal) Chrominance signal which is two kinds as which resolution is not comparatively required of the remaining part while arranging the Green filter for obtaining in checkers (Red, Blue signal) Red for obtaining, and Blue The color filter of the shape of a mosaic arranged so that each filter might become checkered is used.

[0003] Moreover, although it consists of R, G, and B as shown in drawing 2 as said color filter, there are some which consist of combination, such as others, [W, G, Cy, Ye], [G, Cy, Ye], and [Mg, G, Cy, Ye]. In addition, in W, cyanogen and Ye show yellow and, as for White and Cy, Mg shows a Magenta. In the above veneer type electronic cameras, since only any one information on R, G, and the B would be acquired for every pixel when using the color filter which consists of R, G, and B, for example, interpolation count was performed about the picture signal and there was a case where the data of R, G, and B were obtained by each for every pixel.

[0004] For example, in the configuration which uses the mosaic filter of R, G, and B, a U.S. Pat. No. 4642678 number has the indication of a configuration of making into the Green signal value of an attention pixel the average of four G filter pixels which adjoin an attention pixel, when calculating a Green signal value with interpolation in the pixel of R filter or B filter. Moreover, a Red signal value and Blue When calculating a signal value with interpolation The Red filter and Blue which adjoin an attention pixel The signal value of the pixel of a filter, It is based on the Green signal value interpolated in the contiguity pixel concerned, and the Green signal value (if it is G filter pixel and is an original signal value, R, and B filter pixel interpolation value) in an attention pixel, and they are a Red signal value and Blue. There is an indication of a configuration of carrying out linear interpolation of the signal value.

[0005] Moreover, the interpolation direction which performed pattern recognition of an edge and was suitable for the recognized pattern is set to "the digital camera using the newly developed compression and interpolation processing" of Society of Photographic Science and Technology of Japan fine imaging symposium collected works (1995), and it has the indication of a configuration of interpolating using the signal value of the pixel of this interpolation direction. Furthermore, a U.S. Pat. No. 5373322 number has the indication of a configuration of searching for the inclination of the chrominance signals Blue and Red over an attention pixel, determining the direction which was suitable for interpolation from this inclination, and calculating a interpolation value in interpolation of a Green signal in the configuration equipped with the mosaic filter of R, G, and B as shown in drawing 2 .

[0006] The example of the interpolation operation of the G signal G34 in the pixel R34 of R filter shown below at drawing 2 and the G signal G43 in the pixel B43 of B filter is shown. In the interpolation operation of G34, the inclination over R32, R36, R14, and R54 to R34 is first calculated from a bottom type.

$Hdiff = |(R32+R36)/2 - R34|$ $Vdiff = |(R14+R54)/2 - R34|$ -- here, Hdiff will express horizontal inclination to R34, and Vdiff will express vertical inclination.

[0007] And it is referred to as $G34 = (G33 + G35) / 2$ at the time of $H_{diff} < V_{diff}$, is referred to as $G34 = (G24 + G44) / 2$ at the time of $H_{diff} > V_{diff}$, and is referred to as $G34 = (G24 + G44 + G33 + G35) / 4$ at the time of $H_{diff} = V_{diff}$.

[0008] Similarly, in the interpolation operation of $G43$, the inclination over $B41$, $B45$, $B23$, and $B63$ to $B43$ is first calculated from a bottom type.

At the time of $H_{diff} = |(B41 + B45) / 2 - B43|$ $V_{diff} = |(B23 + B63) / 2 - B43|$ and $H_{diff} < V_{diff}$ It is referred to as $G43 = (G42 + G44) / 2$, is referred to as $G43 = (G33 + G53) / 2$ at the time of $H_{diff} > V_{diff}$, and is referred to as $G43 = (G33 + G53 + G42 + G44) / 4$ at the time of $H_{diff} = V_{diff}$.

[0009] On the other hand, interpolation of R signal and B signal has the composition of performing linear interpolation using the signal of the pixel of R filter which adjoins the pixel and the pixel concerned of G filter, and B filter. Below, the interpolation operation expression of the R signals $R33$, $R43$, and $R44$ is shown.

$R33 = (R32 \cdot G32) + (R34 \cdot G34) / 2 + G33$
 $R43 = (R32 \cdot G32) + (R34 \cdot G34) + (R52 \cdot G52) + (R54 \cdot G54) / 4 + G43$
 $R44 = (R34 \cdot G34) + (R54 \cdot G54) / 2 + G44$.. again The interpolation operation expression of the B signals $B33$, $B34$, and $B44$ is shown below.

[0010] $B33 = (R23 \cdot G23) + (R43 \cdot G43) / 2 + G33$
 $B34 = (R23 \cdot G23) + (R25 \cdot G25) + (B43 \cdot G43) + (R45 \cdot G45) / 4 + G34$
 $B44 = (B43 \cdot G43) + (B45 \cdot G45) / 2 + G44$.. on the other hand In said electronic camera, what compression processing of the image data is carried out, and is recorded on semiconductor memory etc. from the former is performed, and the approach which used orthogonal transformation coding is mainly used for this compression processing.

[0011] For example, in JPEG compression, after orthogonal transformation of the RGB code is carried out by DCT (Discrete Cosine Transform) by making 8×8 pixels into one unit, Huffman coding of it is quantized and carried out, and it serves as compressed data. In case compressed data is saved or transmitted and compressed data is thawed (expanding), above-mentioned reverse is followed and an image is restored. As mentioned above, orthogonal transformation coding has the problem that the phenomenon (henceforth block distortion) in which the joint of a block becomes unnatural in a defrosting image (expanding image) occurs in order to divide an image field into two or more blocks and to perform it, and the approach for reducing this block distortion was proposed variously.

[0012] for example, in JP,63-236088,A There is an indication of a configuration of that orthogonal transformation coding is performed as blocks overlap. To JP,3-166823,A To those of a configuration of giving a low pass filter about the part judged to be the flat part of an image with an indication, and JP,4-2273,A Random noise is added near the

boundary of a block, or there is an indication of a configuration of giving a low pass filter. Further to JP,6-113147,A **** of a configuration of judging the existence of distortion from a boundary and covering a low pass filter over a part with distortion to an image with block distortion, -- certain **

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] by the way, by the interpolation approach in the mosaic filter indicated by said U.S. Pat. No. 4642678 number Blue In the filter pixel, in case a Red signal value is calculated with interpolation, only the signal value of Green and Red is used. Similarly by the Red filter pixel Blue They are Green and Blue in case a signal is interpolated. It has composition only using a signal value. In interpolation of R signal value in B filter pixel, and interpolation of B signal value in R filter pixel, since it was the configuration of not using the signal value of an attention pixel for a interpolation operation, by said interpolation approach, there was a problem that the repeatability and sharp nature of a color will become low.

[0014] moreover, by the approach of performing pattern recognition of an edge and determining the direction of a interpolation operation There is a problem that an operation burden will be large in order to distinguish the pattern of an image, and interpolation processing will become slow. Moreover, in order to interpolate B and R signal value like the above-mentioned case based on the signal value of G, B, or G and R, without using the signal value of an attention pixel, there was a problem that the repeatability of a color was low.

[0015] furthermore, in the case of a U.S. Pat. No. 5373322 number Since it has opted for interpolation of G signal which is a luminance signal from the inclination of R which is a chrominance signal, and B signal, Since linear interpolation is performed using G signal which there is a problem that amendment will be performed regardless of the inclination of G, and was interpolated also about interpolation of a chrominance signal, In order for there to be a problem that the repeatability of the color of the whole image is low and to judge inclination, there is a fault that processing will become slow.

[0016] moreover, since said each **, although interpolated using the pixel which adjoins the pixel or attention pixel of the direction of one dimension in a technique, since there were few pixels to refer to, there had been a problem that the repeatability of a color was low, with this configuration. It says [it / there is a problem that it will be necessary to perform different processing from the standard compression approach when making a block overlap in the approach of reducing said conventional block distortion, and / with the configuration which adds random noise / by addition of a noise / that an image is ruined] on the other hand, and was problematic. Moreover, in the configuration over

which distinguishes a flat part and a low pass filter is covered, and the configuration of judging the existence of block distortion and covering a low pass filter, since distinction processing was required, the operation burden may have become high, and image quality may have been reduced on the contrary by processing as distinction processing is unsuitable.

[0017] This invention is made in view of the above-mentioned trouble, in a veneer-type electronic camera, the repeatability and sharp nature of a color are high, and ** is also aimed at offering short interpolation processing of the processing time. Moreover, this invention is an easy image processing and aims at offering the approach that block distortion can be reduced without being accompanied by deterioration of image quality.

[0018]

[Means for Solving the Problem] Therefore, in the veneer-type electronic camera which used the optoelectric transducer and the color filter, invention according to claim 1 calculated the average of a signal value according to the filter color in the predetermined field centering on an attention pixel, and was taken as the configuration which interpolates the signal value of the filter color of said attention pixel, and a different color based on this average and the signal value of an attention pixel.

[0019] You may consist of combination, such as [W, G, Cy, Ye] besides the mosaic filter of R, G, and B, [G, Cy, Ye], and [Mg, G, Cy, Ye], as said color filter. And a predetermined field is set up focusing on the attention pixel which performs interpolation processing, and it asks for the average of the signal value of the pixel by which the laminating of the filter of the same color was carried out into said predetermined field, and has considered as the configuration by which a interpolation value is calculated with this average and the signal value in an attention pixel.

[0020] Invention according to claim 2 is the color filter and Blue of Green. And in the veneer-type electronic camera using color filters other than Red, the average of a signal value was calculated according to the filter color in the predetermined field centering on an attention pixel, the average was changed into Blue and a Red signal, and it considered as the configuration which interpolates the signal value of the filter color of said attention pixel, and a different color based on this average and the signal value of an attention pixel.

[0021] By this configuration, it is Blue. And when using color filters other than Red, such as W, Cy, Ye, and Mg, the average of these signals is changed into Blue and a Red signal, and it uses for a interpolation operation. In invention according to claim 3, it considered as the configuration which interpolates the signal value of a filter color which is different from the color filter of said attention pixel based on the average of the

signal value of a pixel with the color filter of the same color as the color interpolated about said attention pixel the signal value of an attention pixel, the average of the signal value of the pixel which has the color filter of the same color as an attention pixel in said predetermined field, and in said predetermined field.

[0022] for example, when it is the case where the mosaic filter of R, G, and B is used and a Red filter interpolates a Green signal in the attention pixel by which the laminating was carried out While a Red filter calculates average R' of the signal value of the pixel (an attention pixel is included) by which the laminating was carried out in the predetermined field centering on an attention pixel When the signal value which the Green filter calculated average G' of the signal value of the pixel by which the laminating was carried out in said predetermined field, and was acquired by the attention pixel is set to R, it is the interpolation value G of a Green signal $G=R+G'$ · It can ask as R' . That is, a Red filter makes the value which added deflection with the average of the Red signal of an attention pixel, and the Red signal in a predetermined field to the average of the Green signal in a predetermined field the interpolation value of the Green signal in the attention pixel by which the laminating was carried out.

[0023] When said color filter has a Green filter at least and calculates a Green signal value with interpolation about the attention pixel of filter colors other than Green in invention according to claim 4 When the average of the signal value of the pixel which has a Green filter for the average of the signal value of the pixel which has the color filter of the same color as an attention pixel for the signal value of an attention pixel in X and said predetermined field in X' and said predetermined field is made into G' It is $g=G'+\beta(X-X')$ about the interpolation value g of the Green signal about said attention pixel.

It is $g=G'+\beta(G-G')$, when it asked by carrying out, and an attention pixel is an attention pixel of a Green filter color and the signal value is set to G.

It considered as the configuration which carries out and calculates the interpolation value g of a Green signal.

[0024] According to the above-mentioned interpolation value g, when β is enlarged, it becomes high, and the sharp nature of an image will make it small and will pretend ignorance. Here, it may be the case where the signal of R, G, and B finally needs to be acquired, or the filter colors of an attention pixel may be any other than R and B, such as Ye, Cy, Mg, and W, and it has become a interpolation type applicable also to color filters other than R, G, and B mosaic filter.

[0025] invention according to claim 5 -- said color filter -- Red, Green, and Blue a filter -- respectively -- having -- an attention pixel -- Red and Blue each signal value, when

asking with interpolation The average of the signal value of the pixel which has the color filter of the same color as an attention pixel for the signal value of an attention pixel in X and said predetermined field X', They are Red and Blue when the average of the signal value of the pixel which has a Blue filter for the average of the signal value of the pixel which has a Red filter in said predetermined field in R' and said predetermined field is made into B'. It is $r=R'+\beta(X-X')$ about the interpolation values r and b of a signal.

$$b=B'+\beta(X-X')$$

It considered as the configuration ask by carrying out.

[0026] Also in the above-mentioned configuration, when β is enlarged, it becomes high, and the sharp nature of an image will make it small and will pretend ignorance. In invention according to claim 6, while said color filter has a Green filter at least Red and Blue the configuration which has filter colors other than a filter -- it is -- an attention pixel -- Red and Blue each signal value, when asking with interpolation They are Red and Blue about the average of the signal value calculated according to the filter color in said predetermined field. It changes into signal value r' and b'. When the average of the signal value of the pixel which has the color filter of the same color as an attention pixel for the signal value of an attention pixel in X and said predetermined field is made into X', it is $r=r'+\beta(X-X')$ about the interpolation values r and b of Red and a Blue signal.

$$b=b'+\beta(X-X')$$

It considered as the configuration ask by carrying out.

[0027] It is the case where the mosaic filter which consists of combination of G, Cy, and Ye is used as a color filter, sets to a pixel with the filter of Cy and Ye, and they are Red and Blue. When calculating a signal value with interpolation, while asking for average G' of G in a field, Cy, and each Ye, Cy', and Ye', color conversion of this average is carried out at b' and r'. And they are Red and Blue by changed b' and substituting r' for said interpolation type $r=r'+\beta(X-X')$, $b=b'+\beta(X-X')$. A signal value can be calculated with interpolation.

[0028] In invention according to claim 7, it considered as the configuration which sets Above β as adjustable according to the modulation transfer function MTF of optical system. MTF of optical system (Modulation Transfer Function) Since it changes with drawing of a lens, and focal distances, Above β is set as adjustable that MTF degradation should be amended. In invention according to claim 8, it considered as the configuration which makes said predetermined field the 5x5-pixel field centering on said attention pixel.

[0029] Although considering the repeatability of a color to make a field large is desired, since a false color will increase near an edge if a field is made large, it is desirable to consider as about 5x5 pixels. In invention according to claim 9, in said predetermined field, it had the memory which memorizes the sum of the same location on these two or more lines, and the signal of the same color, respectively about two or more lines to which the pixel of the same filter color is located in a line with the same location on Rhine, and considered as the configuration in which it interpolates using the storage value of this memory.

[0030] According to this configuration, since the addition result of a lengthwise direction (one dimension) is beforehand memorized by memory when asking for the signal average in a field, the contents of processing at the time of asking for a two-dimensional average (total of a signal) will be simplified. On the other hand, invention according to claim 10 is characterized by amending limb darkening with a lens to at least one side and coincidence of white balance adjustment and a gain adjustment.

[0031] According to this configuration, simultaneously with white balance adjustment or a gain adjustment, amendment of limb darkening which is the phenomenon in which the brightness of a circumference part falls to the core of an image is performed to white balance adjustment and a gain adjustment, and coincidence. When carrying out the multiplication of the multiplier and amending it to a signal value with said coincidence amendment for for example, white balance adjustment or a gain adjustment, it realizes by amending and using by the multiplier for amendment of the multiplier set up for white balance adjustment or a gain adjustment of limb darkening.

[0032] On the other hand, invention according to claim 11 divided the image field into two or more blocks, it was the image-processing approach that two-dimensional orthogonal transformation coding about the image data of each block performed compression of digital image data, and restoration, and while it performed processing which emphasizes a high frequency component before compression, it constituted it so that processing which reduces a high frequency component after defrosting might be performed. According to this configuration, before dividing an image field into two or more blocks like JPEG compression, performing two-dimensional orthogonal transformation coding and compressing image data, processing which emphasizes a high frequency component is performed and compression processing is performed about the image with which this high frequency component was emphasized. And processing which reduces a high frequency component is performed after defrosting (expanding). That is, as the high frequency component is beforehand emphasized about all fields, and it can give, without performing existence of the block distortion by reduction (low pass

filter) of the high frequency component after defrosting, and distinction of a flat part, it enables it to reduce block distortion by the easy image processing.

[0033] In invention according to claim 12, the boundary part of said the block of each was detected and it considered as the configuration which makes said high frequency component process about said detected boundary part. For example, in JPEG compression, since two-dimensional orthogonal transformation coding is performed using 8x8 pixels as 1 block, the boundary of each block classified by these 8x8 pixels after defrosting is detected, and a high frequency component is processed about this boundary part, i.e., the part which block distortion generates.

[0034] In invention according to claim 13, the image data which performs said compression considered as the configuration to which said restoration is made to carry out about the image data read from the semiconductor memory of said electronic camera which records the digital image data which are image data obtained by the optoelectric transducer in the electronic camera, and were compressed. After according to this configuration reading the image data which the optical image was changed into image data by the optoelectric transducer, and processing which emphasizes a high frequency component before said compression in the electronic camera which compresses and records this image data on semiconductor memory was performed, and was compressed from said semiconductor memory and thawing it (expanding), processing which reduces a high frequency component will be performed.

[0035] In invention according to claim 14, said optoelectric transducer considered as the configuration equipped with a mosaic-like color filter. For example, the chrominance signal which is two kinds as which resolution is not comparatively required of the remaining part while the configuration which acquires a color picture signal in piles is known by each of each pixel of optoelectric transducers, such as CCD, in the color filter in the veneer type electronic camera, for example, a Green filter is arranged in checkers (Red and Blue signal) Red for obtaining, and Blue The color filter arranged so that each filter might become checkered is used. Thus, although this color filter is called a mosaic-like color filter in this application since the filter of a different color is put in order regularly, neither a filter color nor an array is limited.

[0036] In invention according to claim 15, in said electronic camera, it is the configuration that processing which interpolates and calculates the signal value of the filter color of said attention pixel and a different color is performed, and processing which emphasizes the high frequency component before said compression was considered as the configuration performed to said interpolation processing and coincidence. For example, although interpolation count is performed about a picture

signal and the data of R, G, and B are obtained by each for every pixel since only any one information on R, G, and the B will be acquired for every pixel when using the color filter which consists of R, G, and B, the processing which emphasizes a high frequency component at this time is made to perform to coincidence, and the processing for emphasizing a high frequency component is simplified. For example, if a high frequency component can be emphasized with the multiplier used by interpolation count, emphasis processing of a high frequency component can be performed to interpolation count and coincidence.

[0037] In addition, as said interpolation processing, the interpolation processing indicated by claims 1-9 can be used, and a high frequency component can be easily emphasized by setup of the multiplier beta of the operation expression especially indicated by claims 4-6. In invention according to claim 16, it considered as the configuration which processes said high frequency component by the convolution.

[0038] According to this configuration, a convolution (convolution operation) is made to perform emphasis or reduction processing of a high frequency component. In invention according to claim 17, it considered as the configuration which processes said high frequency component only about a luminance signal. According to this configuration, a YCC signal is changed into an RGB code, after changing an RGB code into a YCC signal (signal which consists of a brightness Y signal and a color C signal), performing emphasis processing of a high frequency component only about said brightness Y signal for example, and performing processing which reduces a high frequency component only about a brightness Y signal after defrosting.

[0039]

[Effect of the Invention] While being able to make the repeatability and sharp nature of a color high by performing interpolation processing based on the average according to color in the predetermined field centering on the attention pixel which performs interpolation processing, and the signal value in an attention pixel according to invention according to claim 1, it is effective in a interpolation value being calculated by comparatively easy processing.

[0040] According to invention according to claim 2, they are a Red filter and Blue. Even if it is the case where the color filter which is not equipped with a filter is used, there is effectiveness of the ability also of ** for the repeatability and sharp nature of a color to be high, and make easy processing interpolate. According to invention according to claim 3, according to the description in the predetermined field of the signal value of an attention pixel, a interpolation value can be calculated by comparing the signal value of an attention pixel with the average of the pixel of the filter color same in a

predetermined field as an attention pixel, with it is effective in the ability to obtain high color reproduction nature.

[0041] According to invention according to claim 4, an edge can be emphasized by interpolation processing, with it is effective in the high image of sharp nature being obtained. According to invention according to claim 5, it is effective in the ability to perform interpolation processing with the sufficient repeatability of a color, making an edge emphasize. According to invention according to claim 6, a color filter is Red filters, such as G, Ye, Mg, and Cy, and Blue. Even if it is the color filter which is not equipped with a filter, there are simple and effectiveness that color reproduction nature is good and the interpolation value of R and B can be acquired.

[0042] According to invention according to claim 7, it is effective in the ability to amend degradation of MTF by a diaphragm of a lens or change of a focal distance in interpolation processing. According to invention according to claim 8, it is effective in the ability to lessen the false color in the edge section. According to invention according to claim 9, the average (total of a signal value) in a predetermined field can be calculated efficiently, and it is effective in the ability to speed up processing speed.

[0043] According to invention according to claim 10, it is effective in the ability to amend limb darkening with a lens simple. According to invention according to claim 11, it is effective in the ability to reduce block distortion by the easy image processing, without being accompanied by deterioration of image quality. According to invention according to claim 12, it is effective in the ability to reduce block distortion more effectively by the easy image processing, without being accompanied by deterioration of image quality.

[0044] According to invention according to claim 13, in an electronic camera, it is effective in the ability to inhibit deterioration of the image quality accompanying compression of image data, and defrosting by the easy image processing. According to invention according to claim 14, in the electronic camera using a mosaic-like color filter, it is effective in the ability to also reduce an artifact to coincidence with block distortion.

[0045] A high frequency component cannot be made to emphasize using interpolation processing of a mosaic-like color filter, and it is not necessary to prepare the function for emphasis of a high frequency component separately, and, according to invention according to claim 15, is effective in the ability to simplify signal processing. According to invention according to claim 16, it is effective in the degree of freedom of processing of a high frequency component being high, and being able to apply exact amendment.

[0046] According to invention according to claim 17, it is effective in the ability to make light the operation burden in processing of a high frequency component by making only a brightness Y signal into a processing object.

[0047]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained below. Drawing 1 is the block diagram showing the outline of the signal transformation path of the veneer-type electronic camera concerning an example. In drawing 1, the optical image from the photographic subject which is not illustrated is irradiated through the various filters by which the laminating was carried out to this CCD on CCD (Charge Coupled Device)2 as an optoelectric transducer through the taking lens 1, by CCD2, carries out photo electric conversion of the optical image of said photographic subject, and changes it into an electrical signal.

[0048] As said various kinds of filters, the mosaic filter 5 which consists of combination of color filters, such as the low pass filter 3 which passes low-pass [of spatial frequency], the infrared cut filter 4 which cuts infrared radiation, RGB, or CMYG, is used, for example. After A/D conversion of the electrical signal outputted from said CCD2 is carried out, it is once memorized in an image memory 6.

[0049] In image interpolation section 7a of the image-processing section 7, interpolation processing of the image data memorized in said image memory 6 is carried out, and color transform processing is further performed in color transform-processing section 7b. Next, after adjustment of a gradation property is performed by the gamma transducer 8, in the picture compression section 9, as for image data, picture compression processing of JPEG (Joint Photographic coding ExpertsGroup) etc. is performed if needed.

[0050] At the Records Department 10, the image data after compression is recorded on record media, such as a memory card and a magneto-optic disk. Here, a series of processings of the signal transformation path shown in drawing 1 shall be controlled by CPU11. Next, the interpolation processing in said image interpolation section 7a is explained in detail.

[0051] In addition, in explanation of the following interpolation processings, the mosaic filter of RGB as shown in drawing 2 shall be used. The mosaic filter of drawing 2 is Red and Blue to the remaining part, while arranging a Green filter in checkers. It arranges so that each filter may become equally checkered. In the average count section 21 which shows the image data read from the image memory 6 of drawing 1 to drawing 3, the average is calculated for every filter color in the 5x5-pixel field centering on an attention pixel.

[0052] Although considering the repeatability of a color it is good also as a configuration which makes the average value for every filter color calculate in a field with a magnitude of 5x5 pixels or more, since a false color will increase near an edge if a field is made large, it is desirable to consider as the field which is about 5x5 pixels. On the

other hand, in the interpolation count section 22 of drawing 3 , as it is the following, a interpolation value is calculated. For example, in drawing 2 , the Green signals G34 and G43 corresponding to each pixel (attention pixel) of R filter pixel R34 and B filter pixel B43 are interpolated from a degree type.

[0053] $G_{34}=R_{34}+G'_{34} \cdot R'_{34}$ $G_{43}=B_{43}+G'_{43} \cdot B'_{43}$ -- here -- G'_{34} and R'_{34} the average of the Green signal in the 5x5-pixel field centering on R34 which is an attention pixel, and a Red signal -- being shown -- G'_{43} and B'_{43} The Green signal in the 5x5-pixel field centering on B43 which is an attention pixel, and Blue The average of a signal is shown and, specifically, it asks according to a bottom type, respectively.

[0054] $G'_{34} = (G_{13}+G_{15}+G_{22}+G_{24}+G_{26}+G_{33}+G_{35}+G_{42}+G_{44}+G_{46}+G_{53}+G_{55})/12$ $G'_{43} = (G_{22}+G_{24}+G_{31}+G_{33}+G_{35}+G_{42}+G_{44}+G_{51}+G_{53}+G_{55}+G_{62}+G_{64})/12$ $R'_{34} = (R_{12}+R_{14}+R_{16}+R_{32}+R_{34}+R_{36}+R_{52}+R_{54}+R_{56})/9$ -- 43 -- $B'_{43} = (B_{21}+B_{23}+B_{25}+B_{41}+B_{43}+B_{45}+B_{61}+B_{63}+B_{65})/9$ -- in addition The range which calculates the average is not limited to a 5x5-pixel field, but may be 3x3 pixels, 3x5 pixels, 5x3 pixels, 7x5 etc. pixels, etc., and may perform weighting.

[0055] Moreover, the interpolation values R33, R43, and R44 of the Red signal corresponding to G filter pixel G33, B filter pixel B43, and G filter pixel G44 are the followings, and are made and calculated.

$R_{33}=G_{33}+R'_{33} \cdot G'_{33}$ $R_{43}=B_{43}+R'_{43} \cdot B'_{43}$ $R_{44}=G_{44}+R'_{44} \cdot G'_{44}$ -- here -- the above-mentioned -- the same -- R'_{33} and G'_{33} the average of the Red signal in the 5x5-pixel field centering on the attention pixel G33, and a Green signal -- being shown -- R'_{43} and B'_{43} The Red signal in the 5x5-pixel field centering on the attention pixel B43, and Blue The average of a signal is shown and it is R'_{44} and G'_{44} further. The average of the Red signal in the 5x5-pixel field centering on the attention pixel G44 and a Green signal is shown.

[0056] Furthermore, Blue corresponding to G filter pixel G33, R filter pixel B34, and G filter pixel G44 The interpolation values B33, B34, and B44 of a signal are the followings, and are made and calculated.

$B_{33}=G_{33}+B'_{33} \cdot G'_{33}$ $B_{34}=R_{34}+B'_{34} \cdot R'_{34}$ $B_{44}=G_{44}+B'_{44} \cdot G'_{44}$ -- here -- B'_{33} , B'_{34} , and B'_{44} Blue in the 5x5-pixel field which centered on G33, R34, and G44, respectively The average of a signal is shown.

[0057] When the above-mentioned interpolation operation is summarized, it comes to be shown in Table 1. In Table 1, BGR shows the signal value of an attention pixel and gbr shows a interpolation value.

[0058]

[Table 1]

注目画素	g	b	r
B	$G' + B - B'$	B	$R' + B - B'$
G	G	$B' + G - G'$	$R' + G - G'$
R	$G' + R - R'$	$B' + R - R'$	R

[0059] As shown in the above-mentioned table 1, high color reproduction nature can be obtained by making a interpolation value calculate based on the signal value of an attention pixel, and the average of the signal value according to color in the predetermined field centering on an attention pixel. As a modification of said table 1, by giving a multiplier beta to a interpolation type, it is possible to change the description of the interpolated image and this is shown in Table 2.

[0060]

[Table 2]

注目画素	g	b	r
B	$G' + \beta (B - B')$	$B' + \beta (B - B')$	$R' + \beta (B - B')$
G	$G' + \beta (G - G')$	$B' + \beta (G - G')$	$R' + \beta (G - G')$
R	$G' + \beta (R - R')$	$B' + \beta (R - R')$	$R' + \beta (R - R')$

[0061] When beta shown in Table 2 enlarges a value, it becomes high, and the sharp nature of an image will make it small and will pretend ignorance. However, in the case of beta= 0, it is good even if, according to the color filter of each attention pixel as shown in Table 3.

[0062]

[Table 3]

注目画素	出力値
B	$b = B$
G	$g = G$
R	$r = R$

[0063] Although the interpolation approach of the RGB mosaic filter shown in drawing 2 was explained above, the class of filter is not limited, it can be adapted for the various mosaic filters which consist of combination, such as YMCG and YCG, and the case of the mosaic filter of a configuration as shown in drawing 4 · drawing 6 is explained here. In addition, drawing 4 · drawing 6 will show the basic form of the combination of each color

filter, and the filter configuration of the same pattern will be repeated according to the number of pixels of CCD2.

[0064] The average is calculated for every color in a 5x5 pixels [picture signal / which drawing 7 shows the configuration of image interpolation section 7a in the case of using the mosaic filter of a configuration as shown in said drawing 4 - drawing 6 , and was read from the image memory 6 of drawing 1 / in the average count section 31 / centering on an attention pixel] field. And signals other than RGB are changed into an RGB code in the transformation count section 32.

[0065] Furthermore, in the interpolation value count section 33, a interpolation value is calculated by the predetermined interpolation type. For example, in the case of the YMCG mosaic filter shown in drawing 4 , according to several 1, a YMC signal is changed in the transformation count section 32 at an RGB code.

[0066]

[Equation 1]

$$\begin{bmatrix} b' \\ g' \\ r' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y e' \\ M g' \\ C y' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} G'$$

[0067] one above -- setting -- Ye', Mg', Cy', and G -- ' -- attention -- a pixel -- a core -- ** -- having carried out -- five -- x -- five -- a pixel -- a field -- inside -- it can set -- Ye -- a signal -- a value -- Mg -- a signal -- a value -- Cy -- a signal -- a value -- G -- a signal -- a value -- each -- the average -- it is -- said -- the average -- count -- the section -- 31 -- calculating -- having -- b -- ' -- g -- ' -- r -- ' -- said -- Ye -- ' -- Mg -- ' -- Cy -- ' -- G -- ' -- being based -- changing -- having had -- R -- G -- B -- the average -- be shown .

[0068] Moreover, in the case of the YMCG mosaic filter shown in drawing 4 , in said interpolation value count section 33, a interpolation value is calculated by the interpolation type shown in Table 4.

[0069]

[Table 4]

注目画素	g	b	r
G	$G' + \beta (G - G')$	$b' + \beta (G - G')$	$r' + \beta (G - G')$
Ye	$G' + \beta (Ye - Ye')$	$b' + \beta (Ye - Ye')$	$r' + \beta (Ye - Ye')$
Mg	$G' + \beta (Mg - Mg')$	$b' + \beta (Mg - Mg')$	$r' + \beta (Mg - Mg')$
Cy	$G' + \beta (Cy - Cy')$	$b' + \beta (Cy - Cy')$	$r' + \beta (Cy - Cy')$

[0070] However, in the case of beta= 0, the output value in the attention pixel G is good

also as $g=G$. In Table 4, G , Ye , Mg , and Cy show the signal value of an attention pixel, and g , b , and r show a interpolation value. On the other hand, in the case of the YCGW mosaic filter shown in drawing 5 , according to several 2, a WYC signal is changed at an RGB code.

[0071]

[Equation 2]

$$\begin{bmatrix} b' \\ g' \\ r' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W' \\ Ye' \\ Cy' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} G'$$

[0072] here -- **** -- W -- ' -- Ye -- ' -- Cy -- ' -- G -- ' -- attention -- a pixel -- a core -- ** -- having carried out -- five -- x -- five -- a pixel -- a field -- inside -- it can set -- W -- a signal -- Ye -- a signal -- a value -- Cy -- a signal -- a value -- G -- a signal -- a value -- each -- the average -- it is -- said -- the average -- count -- the section -- 31 -- calculating -- having -- b -- ' -- g -- ' -- r -- ' -- said -- W -- ' -- Ye -- ' -- Cy -- ' -- G -- ' -- be based -- changing -- having had -- R -- G -- B -- the average -- be shown -- . Moreover, in the case of the YCGW mosaic filter shown in drawing 5 , a interpolation value is calculated by the interpolation type shown in Table 5.

[0073]

[Table 5]

注目画素	g	b	r
G	$G' + \beta (G - G')$	$b' + \beta (G - G')$	$r' + \beta (G - G')$
W	$G' + \beta (W - W')$	$b' + \beta (W - W')$	$r' + \beta (W - W')$
Ye	$G' + \beta (Ye - Ye')$	$b' + \beta (Ye - Ye')$	$r' + \beta (Ye - Ye')$
Cy	$G' + \beta (Cy - Cy')$	$b' + \beta (Cy - Cy')$	$r' + \beta (Cy - Cy')$

[0074] However, in the case of $\beta=0$, the output value in the attention pixel G is good also as $g=G$. In Table 5, W , Ye , Cy , and G show the signal value of an attention pixel, and g , b , and r show a interpolation value. Furthermore, in the case of the GCY mosaic filter shown in drawing 6 , according to several 3, a GYC signal is changed at an RGB code.

[0075]

[Equation 3]

$$\begin{bmatrix} b' \\ g' \\ r' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G' \\ Ye' \\ Cy' \end{bmatrix}$$

[0076] several -- three -- setting -- Y_e -- ' -- C_y -- ' -- G -- ' -- attention -- a pixel -- a core --
 ** -- having carried out -- five -- x -- five -- a pixel -- a field -- inside -- it can set -- Y_e -- a
 signal -- a value -- C_y -- a signal -- a value -- G -- a signal -- a value -- each -- the average
 -- it is -- said -- the average -- count -- the section -- 31 -- calculating -- having -- b -- ' -- g
 -- ' -- r -- ' -- said -- Y_e -- ' -- C_y -- ' -- G -- ' -- be based -- changing -- having had -- R -- G -- B
 -- the average -- be shown . Moreover, in the case of the YCG mosaic filter shown in
drawing 6 , a interpolation value is calculated by the interpolation type shown in Table
 6.

[0077]

[Table 6]

注目画素	g	b	r
G	$G' + \beta (G - G')$	$b' + \beta (G - G')$	$r' + \beta (G - G')$
Y_e	$G' + \beta (Y_e - Y_e')$	$b' + \beta (Y_e - Y_e')$	$r' + \beta (Y_e - Y_e')$
C_y	$G' + \beta (C_y - C_y')$	$b' + \beta (C_y - C_y')$	$r' + \beta (C_y - C_y')$

[0078] However, in the case of $\beta = 0$, the output value in the attention pixel G is good
 also as $g = G$. In Table 6, G , Y_e , and C_y show the signal value of an attention pixel, and g ,
 b , and r show a interpolation value. By the way, although said multiplier β may be
 given as a fixed value, it is good also as a configuration set as adjustable according to
 MTF of optical system as shown below.

[0079] The frequency characteristics of said interpolation matrix change, as shown in
 drawing 10 according to a multiplier β . When, as for said drawing 10, the color filter
 of Red of a primary color mosaic filter or Blue expresses the length of the interpolation
 matrix of the Red signal in the pixel by which the laminating was carried out, or a Blue
 signal, and lateral frequency characteristics and β is made or more into one, it turns
 out that a interpolation matrix comes to have the property of a band pass filter.

[0080] On the other hand, since MTF of optical system changes according to a
 diaphragm of a lens or a focal distance, it can measure MTF according to the diaphragm
 of a range and focal distance which are used within a camera, and it can set β as
 adjustable in order to amend the MTF degradation. For example, it is as follows, when
 MTF of the image photoed by CCD shows a property as shown in drawing 11, and the
 interpolation matrix approximated to amending this MTF at that reverse property is
 needed, for example, it is made to approximate paying attention to $1/2$ Nyquist rates.

[0081] When the frequency characteristics of a interpolation matrix are set to $Phnyp$,
 $Phnyp$ carries out the Fourier transform of the interpolation matrix of Table 7, and is
 expressed with a degree type.

Phnyp=-0.333+1.333 beta [0082]

[Table 7]

$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$
0	0	0	0	0
$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$
0	0	0	0	0
$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$

[0083] It will be set to $\beta = (F_{hnp} + 0.333) / 1.333$ if the amplitude of a reverse property is set to F_{hnp} . Moreover, the frequency to observe is good as a frequency with the highest resolution of human being's eyes, and can also be doubled also with a perimeter wave number band on the average. Moreover, since MTF of a lens changes from the core of an image on a concentric circle, it can measure MTF to compensate for this change, and can also set β as adjustable for every pixel location.

[0084] Next, the efficient count approach in image interpolation is explained. Here, it is the case where the RGB mosaic filter of drawing 2 is used, and the example which calculates the average in a 5x5-pixel field is shown. The memory for four lines is needed to the longitudinal direction of an image for count of the average, and a computational procedure is shown for this memory below as add2, add3, add20, and add30 so that it may mention later.

[0085] (1) Input the 3-pixel sum of the lengthwise direction in the 1st, the 3rd, and the 5th three lines into add3 from from [when the pixels of the left end in drawing 2 are G11, G31 and G51 respectively]. that is, the time of making the pixel of the longitudinal direction in each Rhine into line1 [i], line2 [i], line3 [i], and (the number of pixels of i= 1 - a longitudinal direction) -- add -- it is referred to as $3[i] = \text{line1}[i] + \text{line3}[i] + \text{line5}[i]$.

[0086]

For example, it is set to $\text{add3}[1] = \text{line1}[1] + \text{line3}[1] + \text{line5}[1] = G11 + G31 + G51$
 $\text{add3}[2] = \text{line1}[2] + \text{line3}[2] + \text{line5}[2] = R12 + R32 + R52$.

[0087] (2) Input the 2-pixel sum of the lengthwise direction in the 2nd and the 4th two lines into add2 from from [when the pixels of the left end in drawing 2 are B21 and B41, respectively].

It becomes $\text{add2}[i] = \text{line2}[i] + \text{line4}[i]$, $\text{add2}[1] = \text{line2}[1] + \text{line4}[1] = B21 + B41$
 $\text{add2}[2] = \text{line2}[2] + \text{line4}[2] = G22 + G42$ [for example,].

[0088] (3) attention -- a pixel -- G -- 33 -- a core -- ** -- having carried out -- five -- x -- five -- a pixel -- a field -- inside -- it can set -- R -- a signal -- G -- a signal -- B -- a signal --

each -- the average -- R -- 33 -- ' -- G -- 33 -- ' -- B -- 33 -- ' -- as follows -- carrying out -- calculating .

$R' = \text{add3}[2] + \text{add3}[4]$ $G' = \text{add2}[2] + \text{add2}[4] + \text{add3}[1] + \text{add3}[3] + \text{add3}[5]$ $B' = \text{add2}[1] + \text{add2}[3] + \text{add2}[5]$ By ' $B'/R33 = R'/6G33 = G' / 13B33$ ' (4) drawing 2 , R34 on the right of G33 The average of each color when considering as an attention pixel is as follows.

[0089] $R' = R' + \text{add3}[6]$ $G' = G' + \text{add3}[1] + \text{add2}[6]$ $B' = B' + \text{add2}[1]$ R34 -- ' $R' = R' / 9G34 = G' / 12B34 = B' / 4$ ' -- in addition R -- total of R signal which asked for 'R of +add3[6]' by G33 -- it is -- G -- 'G in +add3[1]+add2[6]', and B -- 'B in +add2[1]' is the same.

[0090] (5) Furthermore, the average of each color when making G35 on the right of R34 into an attention pixel is as follows.

$R' = R' + \text{add3}[2]$ $G' = G' + \text{add3}[7] + \text{add2}[2]$ $B' = B' + \text{add2}[7]$ R35 -- ' $R' = R' / 6G35 = G' / 13B35 = B' / 6$ ' -- in addition R -- total of R signal which asked for 'R of +add3[2]' by R34 -- it is -- G -- 'G in +add3[7]+add2[2]', and B -- 'B in +add2[7]' is the same.

[0091] (6) Repeat the above-mentioned count successively in a longitudinal direction.

(7) Next, move an attention pixel to Rhine of B41. Here, it asks for the lateral sum by the degree type, and is the above (3). (6) It calculates similarly in a procedure.

$\text{add20}[i] = \text{add2}[i]$ $\text{add30}[i] = \text{add3}[i]$ $\text{add2}[i] = \text{add30}[i] \cdot \text{line1}[i]$ or -- $\text{add2}[i] = \text{add3}[i] + \text{line5}[i]$ $\text{add3}[i] = \text{add20}[i] + \text{line6}[i]$ -- in addition Each Rhine memory of $\text{add20}[i]$ and $\text{add30}[i]$ is $\text{add2}[i]$ as mentioned above. $\text{add3}[i]$ It is needed in order to evacuate a value last time in an updating setup.

[0092] (8) (3) (7) The average is repeatedly calculated to all pixels. If the Rhine memory is used as mentioned above, compared with that case where a capital degree meter is carried out, computational complexity can be reduced for the signal of each pixel contained in a 5x5-pixel field for every attention pixel, with it is efficient and interpolation processing can be performed. By the way, software can also realize the above-mentioned interpolation count by transmitting the image data before interpolation to a computer, and the example of the interpolation approach by software processing is shown in the flow chart of drawing 8 or drawing 9 .

[0093] The flow chart of drawing 8 shows interpolation by the software processing when using a RGB mosaic filter. First, it distinguishes whether image data was read (S1), and interpolation count is continuously completed about all pixels (S2). all -- a pixel -- ***** -- interpolation -- count -- ending -- ***** -- a case -- ***** -- attention -- a pixel -- the neighborhood -- a pixel (pixel in a 5x5-pixel field) -- ***** -- each -- a color -- every -- the average -- R -- ' -- G -- ' -- B -- ' -- calculating (S3) .

[0094] and -- said -- the average -- R -- ' -- G -- ' -- B -- ' -- using -- interpolation -- a value

-- r -- g -- b -- calculating -- (S4) . If said calculated interpolation value is outputted (S5), said processing of S3-S6 will be repeated until set the following attention pixel (S6), it makes it distinguish whether it returned to said S2 and interpolation was completed about all pixels and it ends about all pixels.

[0095] The flow chart of drawing 9 shows interpolation by the software processing when using the YMCG mosaic filter of drawing 4 . First, it distinguishes whether image data was read (S11), and interpolation count is continuously completed about all pixels (S12). all -- a pixel -- ***** -- interpolation -- count -- ending -- **** -- a case -- **** -- attention -- a pixel -- the neighborhood -- a pixel -- ***** -- each -- a color -- every -- the average -- Ye -- ' -- Mg -- ' -- Cy -- ' -- G -- ' -- calculating (S13) .

[0096] next -- said -- the average -- Ye -- ' -- Mg -- ' -- Cy -- ' -- G -- ' -- r -- ' -- g -- ' -- b -- ' -- changing (S14) . and -- said -- r -- ' -- g -- ' -- b -- ' -- using -- the interpolation values r, g, and b -- calculating (S15) . If said calculated interpolation value is outputted (S16), said processing of S13-S17 will be repeated until set the following attention pixel (S17), it makes it distinguish whether it returned to said S12 and interpolation was completed about all pixels and it ends about all pixels.

[0097] By the way, if limb darkening of a lens is made to amend to said white balance adjustment or/and gain adjustment, and coincidence, computational complexity can be mitigated to them and said limb darkening can be made to amend to them in an electronic camera, although the white balance adjustment and the gain adjustment which amend output dispersion for every pixel of CCD are generally performed. For example, the multiplication of the multipliers Ar, Ag, and Ab is carried out to the signal of r, g, and b by which interpolation processing was carried out as mentioned above. Carry out the multiplication of the multiplier for amending limb darkening to the multipliers Ar, Ag, and Ab which perform a white balance and a gain adjustment, in case a white balance and a gain adjustment are performed, and it is amended. The amended this multipliers Ar, Ag, and Ab are used, and it is the signal value r0 after adjustment, g0, and b0. It is made to obtain. If the multiplier for amendment of limb darkening is set to alpha here, this multiplier alpha will be decided by the 4th power rule of the cosine generally known, and if expressed briefly, it will become like a bottom type.

[0098] $\alpha = 1 / \cos^4 \omega$ above omega is $\omega = \tan$, when it is the value decided by the focal distance and distance of the image point outside a shaft, and the shaft top image point and each distance is set to f and x, as shown in drawing 12. It is set to $-1 (x/f)$. On CCD, alpha will change only one eighth of the total numbers of pixels, and should just have data of alpha of this number in the camera. And the multiplication of

this multiplier alpha and the multipliers Ar, Ag, and Ab set up for the white balance and the gain adjustment is carried out, the new multipliers Ar, Ag, and Ab are recorded on memory, and the multiplication of these recorded multipliers Ar, Ag, and Ab and the signal of r, g, and b by which interpolation processing was carried out is made to perform.

[0099] If length of an image and horizontal size are set to H and W and it will amend limb darkening as mentioned above although multiplication processing of the count of $3 \times H \times W$ is needed in performing white balance adjustment, a gain adjustment, and limb-darkening amendment according to an individual, the count of multiplication processing becomes $3 \times (4 + H \times W / 2)$, and can mitigate the count of multiplication processing. In addition, amendment of limb darkening may be a configuration made to perform to either and coincidence of white balance adjustment and a gain adjustment, and may be a configuration made to perform to coincidence with both.

[0100] Next, compression of the image data in the veneer-type electronic camera with which the above interpolation processings are performed, and defrosting (expanding) are explained. Drawing 13 does not show the configuration of the electronic camera shown in drawing 1 more to a detail, and the optical image from the photographic subject which is not illustrated is irradiated on CCD (Charge Coupled Device) 55 through the mosaic filter 54 which consists of combination of color filters, such as a taking lens 51, a low pass filter 52, an infrared cut filter 53, RGB, or CMYG, by CCD 55, it carries out photo electric conversion of the optical image of said photographic subject, and changes it into an electrical signal.

[0101] After A/D conversion of the electrical signal outputted from said CCD 55 is carried out, it is once memorized in an image memory 56. The image data recorded on said image memory 56 is changed so that a signal value that a photograph was taken under the standard light source may be first approached by matrix (1) 57. Next, it is changed by matrix (2) 58 so that the stimulus to human being's retina may be approached. However, reverse is sufficient as the processing sequence of matrix (1) 57 and matrix (2) 58.

[0102] next, the suitable white point comes by gain control 59 -- as -- three values -- respectively -- multiplier twice -- it is carried out and, thereby, a white balance is taken. Next, by matrix (3) 60, it changes so that it may become suitable when a signal value is displayed on CRT, and according to the gamma property of CRT, a gradation curve is further adjusted by the gamma control 61.

[0103] Furthermore, processing which compresses image data by JPEG compression etc. in the picture compression section 62 is performed, and the this compressed image data

is recorded on semiconductor memory 63. While the signal from flicker distinction equipment 65 etc. is inputted and CPU64 controls actuation of each of said processing section, it inputs the signal from the outside through an external interface 66. Moreover, memory 67 is memory in which writing of data and read-out are performed by said CPU64.

[0104] Here, in said picture compression section 62, as it is shown in drawing 14, compression and defrosting (expanding) are performed. Processing which emphasizes the high frequency component of image data first before compression is performed, and as shown in drawing 14, after that, DCT (Discrete Cosine Transform) is performed per 8x8 pixel block, and Huffman coding is quantized and carried out and it becomes compressed data. Although above-mentioned reverse is followed in case compressed data is thawed (expanding), processing which reduces a high frequency component after defrosting is performed.

[0105] The block distortion accompanying compression processing can be reduced by processing (low pass filter) which reduces the high frequency component after defrosting, without distinguishing the configuration which performs processing which emphasizes a high frequency component before compression as mentioned above, and performs processing which reduces a high frequency component after defrosting then the flat part of an image, and the existence of block distortion. In addition, in the JPEG compression which makes 8x8 pixels 1 block, and performs DCT conversion, since a block boundary is set up every 8 pixels and block distortion occurs into this boundary part, block distortion can be reduced on the configuration which processes a high frequency component only about this block boundary part in every 8 pixels, then the twist effectiveness target.

[0106] Although emphasis of a high frequency component and reduction are made performed about each RGB code with the configuration shown in drawing 14 As shown in drawing 15, an RGB code is changed into a YCC signal (a brightness Y signal, a color C signal, and becoming signal) before compression. After performing processing which emphasizes a high frequency component only about a brightness Y signal, compression processing is performed, and after performing processing which reduces a high frequency component only about a brightness Y signal, it changes into an RGB code and you may make it output after defrosting. If it is the configuration of making the processing which emphasizes a high frequency component only about a brightness Y signal as mentioned above performing, emphasis of a high frequency component and the count burden of reduction processing will be mitigated.

[0107] in addition, a matrix operation can be made to perform conversion between an

RGB code and a YCC signal, for example, the transformation matrix to Y, Ery, and Eby is set to 0.299 0.971 0.587 0.144 0.701 -0.587 -0.144 -0.299 -0.587 0.886 it is -- moreover, an inverse transformation matrix -- 0.971 1.000 -0.029 0.971 -0.509 -0.223 0.971 0.000 However, there are various modifications in a matrix.

[0108] It is good also as a configuration which may make any of hardware and software perform emphasis of said high frequency component, and reduction processing, and makes emphasis processing perform after DCT conversion at the time of compression, and makes reduction processing perform before DCT conversion at the time of defrosting. Moreover, although well-known various approaches can be used as the approach of emphasis of a high frequency component, and reduction processing, it is using a convolution filter and a high frequency component can be processed correctly. Moreover, the Flea Rie conversion may be used for processing of a high frequency component.

[0109] Furthermore, emphasis processing of the high frequency component before compression can be considered as the configuration made to perform to the interpolation operation and coincidence of a pixel signal of said MOZAIRU filter. For example, when making a interpolation operation as shown in said table 2 perform, if a multiplier beta is enlarged, it can consider as the configuration which makes emphasis processing and the interpolation operation of the high frequency component before the compression for reducing block distortion perform to coincidence, for example as about beta= 2 from the sharp nature of an image becoming high (a high frequency component being emphasized).

[0110] In addition, what is necessary is just to aim at emphasis of a high frequency component with the multiplier beta using the interpolation operation expression shown in said Table 4 - 6, when the classes of mosaic filter differ. Moreover, although the compression processing in the electronic camera which used the veneer-type mosaic filter was described above, the reduction processing after the emphasis before the compression about the high frequency component for decreasing block distortion and defrosting can be applied suitably, without being limited to said electronic camera.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the signal transformation path of the electronic

camera in an example.

[Drawing 2] Drawing showing the configuration of a RGB mosaic filter.

[Drawing 3] The block diagram showing the detail of the image interpolation section.

[Drawing 4] Drawing showing the basic configuration of a YMCG mosaic filter.

[Drawing 5] Drawing showing the basic configuration of a YCGW mosaic filter.

[Drawing 6] Drawing showing the basic configuration of a YCG mosaic filter.

[Drawing 7] The block diagram showing the detail of the image interpolation section in the case of using the mosaic filter which is not equipped with R and B filter.

[Drawing 8] The flow chart which shows software processing of the interpolation count in a RGB mosaic filter.

[Drawing 9] The flow chart which shows software processing of the interpolation count in a YMCG mosaic filter.

[Drawing 10] The diagram showing the frequency characteristics of a interpolation matrix, and correlation with the interpolation processing multiplier beta.

[Drawing 11] The diagram showing the example of a property of MTF, and the property of a multiplier beta that it should correspond to this.

[Drawing 12] The explanatory view showing the distance of the shaft top image point in a focus side, and the image point outside a shaft.

[Drawing 13] The block diagram showing the signal transformation path of the electronic camera of an example in a detail.

[Drawing 14] The block diagram showing the flow of compression processing and defrosting processing.

[Drawing 15] The block diagram showing the flow of the compression processing accompanied by YCC conversion, and defrosting processing.

[Description of Notations]

1 Taking Lens

2 CCD (Optoelectric Transducer)

3 Low Pass Filter

4 Infrared Cut Filter

5 Mosaic Filter

6 Image Memory

7 Image-Processing Section

7a Image interpolation section

7b Color transform processing section

8 Gamma Transducer

9 Picture Compression Section

10 Records Department

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-178650

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月30日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 4 N 9/07

識別記号

F I

H 0 4 N 9/07

A

C

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平9-61385

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月14日

(31) 優先権主張番号 特願平8-246423

(32) 優先日 平8(1996) 9月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平8-275047

(32) 優先日 平8(1996) 10月17日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 滝澤 成温

東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

(72) 発明者 洪 博哲

東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内

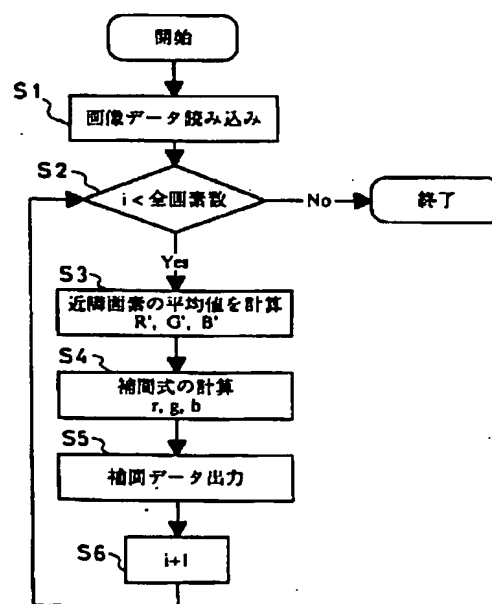
(74) 代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54) 【発明の名称】 電子カメラ及び画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 カラーモザイクフィルタを用いる単板式電子カメラにおいて、補間処理を改善し、色再現性を向上させる。

【解決手段】 R G B のモザイクフィルタを用いる電子カメラにおいて、注目画素を中心とする 5×5 画素領域内で、R、G、Bの各信号別に平均値 R' 、 G' 、 B' を計算する (S3)。そして、例えばBフィルタが積層された注目画素においては、当該注目画素における信号値をBとしたときに、Gの補間値 g を、 $g = G' + B - B'$ として求め、Rの補間値 r を、 $r = R' + B - B'$ として求める (S4)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光電変換素子とカラーフィルタを用いた単板式の電子カメラにおいて、

注目画素を中心とする所定領域内でフィルタ色別に信号値の平均値を計算し、該平均値と注目画素の信号値とに基づいて、前記注目画素のフィルタ色と異なる色の信号値を補間することを特徴とする電子カメラ。

【請求項2】GreenのカラーフィルタとBlue及びRed以外のカラーフィルタを用いた単板式の電子カメラにおいて、

注目画素を中心とする所定領域内でフィルタ色別に信号値の平均値を計算し、その平均値をBlue、Red信号に変換し、該平均値と注目画素の信号値とに基づいて、前記注目画素のフィルタ色と異なる色の信号値を補間することを特徴とする電子カメラ。

【請求項3】注目画素の信号値と、前記所定領域内で注目画素と同じ色のカラーフィルタをもつ画素の信号値の平均値と、前記所定領域内で前記注目画素について補間する色と同じ色のカラーフィルタをもつ画素の信号値の平均値とに基づいて、前記注目画素のカラーフィルタと異なるフィルタ色の信号値を補間することを特徴とする請求項1又は2に記載の電子カメラ。

【請求項4】前記カラーフィルタが少なくともGreenフィルタを有し、Green以外のフィルタ色の注目画素についてGreen信号値を補間により求めるときに、注目画素の信号値をX、前記所定領域内で注目画素と同じ色のカラーフィルタをもつ画素の信号値の平均値をX'、前記所定領域内でGreenフィルタをもつ画素の信号値の平均値をG'としたときに、前記注目画素についてのGreen信号の補間値gを、

$$g = G' + \beta (X - X')$$

として求め、注目画素がGreenフィルタ色の注目画素であるとき、その信号値をGとしたときに、

$$g = G' + \beta (G - G')$$

としてGreen信号の補間値gを求めることを特徴とする請求項1又は2に記載の電子カメラ。

【請求項5】前記カラーフィルタがRed、Green、Blueフィルタをそれぞれ有し、注目画素についてRed、Blueの信号値それぞれ補間により求めるときに、注目画素の信号値をX、前記所定領域内で注目画素と同じ色のカラーフィルタをもつ画素の信号値の平均値をX'、前記所定領域内でRedフィルタをもつ画素の信号値の平均値をR'、前記所定領域内でBlueフィルタをもつ画素の信号値の平均値をB'としたときに、Red、Blue信号の補間値r、bを、

$$r = R' + \beta (X - X')$$

$$b = B' + \beta (X - X')$$

として求めることを特徴とする請求項1記載の電子カメラ。

【請求項6】前記カラーフィルタが少なくともGreenフ

ィルタを有する一方、Red、Blueフィルタ以外のフィルタ色を有する構成であって、注目画素についてRed、Blueの信号値それぞれ補間により求めるときに、前記所定領域内でフィルタ色別に計算した信号値の平均値をRed、Blueの信号値r'、b'に変換し、注目画素の信号値をX、前記所定領域内で注目画素と同じ色のカラーフィルタをもつ画素の信号値の平均値をX'としたときに、Red、Blue信号の補間値r、bを、

$$r = r' + \beta (X - X')$$

$$b = b' + \beta (X - X')$$

として求めることを特徴とする請求項2記載の電子カメラ。

【請求項7】前記 β を光学系の変調伝達関数MTFに応じて可変に設定することを特徴とする請求項4～6のいずれか1つに記載の電子カメラ。

【請求項8】前記所定領域を、前記注目画素を中心とする5×5画素の領域とすることを特徴とする請求項1～7のいずれか1つに記載の電子カメラ。

【請求項9】前記所定領域内で、同一フィルタ色の画素が、ライン上の同一位置に並ぶ複数ラインについて、該複数ライン上の同一位置かつ同一色の信号の和をそれぞれ記憶するメモリを備え、該メモリの記憶値を用いて補間を行うことを特徴とする請求項1～8のいずれか1つに記載の電子カメラ。

【請求項10】レンズによる周辺減光の補正を、ホワイトバランス調整とゲイン調整との少なくとも一方と同時にを行うことを特徴とする電子カメラ。

【請求項11】画像領域を複数のブロックに分割し、各ブロックの画像データについての2次元直交変換符号化によりデジタル画像データの圧縮、復元を行う画像処理方法であって、

圧縮前に高周波成分を強調する処理を行う一方、解凍後に高周波成分を低減する処理を行うよう構成したことを特徴とする画像処理方法。

【請求項12】前記各ブロックの境界部分を検出し、前記高周波成分の処理を前記検出された境界部分について行わせることを特徴とする請求項11記載の画像処理方法。

【請求項13】前記圧縮を行う画像データが、電子カメラにおいて光電変換素子で得られた画像データであって、かつ、圧縮されたデジタル画像データを記録する前記電子カメラの半導体メモリから読み出した画像データについて前記復元を行わせることを特徴とする請求項11又は12に記載の画像処理方法。

【請求項14】前記光電変換素子が、モザイク状のカラーフィルタを備えたものであることを特徴とする請求項13記載の画像処理方法。

【請求項15】前記電子カメラにおいて、前記注目画素のフィルタ色と異なる色の信号値を補間して求める処理が行われる構成であり、前記圧縮前の高周波成分を強調する処理を、前記補間処理と同時にを行うことを特徴とする

請求項14記載の画像処理方法。

【請求項16】前記高周波成分の処理を、コンボリューションによって行うことを特徴とする請求項11～15のいずれか1つに記載の画像処理方法。

【請求項17】前記高周波成分の強調処理を、輝度信号についてのみ行うことを特徴とする請求項15記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電子カメラ及び画像処理方法に関し、詳しくは、光電変換素子とカラーフィルタを用いた単板式の電子カメラにおいて、画素毎にフィルタ色と異なる色の信号値を補間により求める電子カメラ、及び、該電子カメラ等において用いられる画像の圧縮、復元処理の方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、CCD等の光電変換素子の各画素それぞれにカラーフィルタを重ね、カラー画像信号を得る単板式電子カメラが知られている。前記単板式電子カメラにおいては、例えば図2に示すように、高解像度が要求される輝度信号（Green信号）を得るためのGreenフィルタを市松状に配列する一方、残りの部分に比較的解像度が要求されない2種類の色信号（Red, Blue信号）を得るためのRed, Blueフィルタそれぞれが市松状になるように配列したモザイク状のカラーフィルタが用いられている。

【0003】また、前記カラーフィルタとしては、図2に示すようなR, G, Bからなるものの他、[W, G, Cy, Ye]、[G, Cy, Ye]、[Mg, G, Cy, Ye]などの組み合わせからなるものもある。尚、Wはホワイト、Cyはシアン、Yeはイエロー、Mgはマゼンタを示す。上記のような単板式電子カメラにおいては、例えばR, G, Bからなるカラーフィルタを用いる場合には、各画素毎にR, G, Bのいずれか1つの情報のみが得られることになるため、画像信号について補間計算を行い、各画素毎にR, G, Bのデータがそれぞれに得られるようにする場合があった。

【0004】例えば、米国特許4642678号には、R, G, Bのモザイクフィルタを用いる構成において、Rフィルタ又はBフィルタの画素においてGreen信号値を補間により求めるときに、注目画素に隣接する4つのGフィルタ画素の平均値を、注目画素のGreen信号値とする構成の開示がある。また、Red信号値、Blue信号値を補間により求めるときに、注目画素に隣接するRedフィルタ、Blueフィルタの画素の信号値と、当該隣接画素において補間されたGreen信号値と、注目画素におけるGreen信号値（Gフィルタ画素であればオリジナル信号値、R, Bフィルタ画素であれば補間値）とに基づいて、Red信号値、Blue信号値を線形補間する構成の開示がある。

【0005】また、日本写真学会ファインイメージングシンポジウム論文集（1995年）の「新開発の圧縮および補間処理を用いたデジタルカメラ」には、エッジのパターン認識を行って、認識されたパターンに適した補間方向を設定し、該補間方向の画素の信号値を用いて補間を行う構成の開示がある。更に、米国特許5373322号には、図2に示したようなR, G, Bのモザイクフィルタを備えた構成において、例えばGreen信号の補間においては、注目画素に対する色信号Blue, Redの勾配を求め、この勾配から補間に適した方向を決定して補間値を求める構成の開示がある。

【0006】以下に、図2に示すRフィルタの画素R34におけるG信号G34、及び、Bフィルタの画素B43におけるG信号G43の補間演算の例を示す。G34の補間演算においては、まず、R32, R36, R14, R54からR34に対する勾配を下式から計算する。

$$Hdiff = | (R32 + R36) / 2 - R34 |$$

$$Vdiff = | (R14 + R54) / 2 - R34 |$$

ここで、Hdiffは、R34に対し水平方向の勾配を表し、Vdiffは垂直方向の勾配を表すことになる。

【0007】そして、Hdiff < Vdiffのときには、

$$G34 = (G33 + G35) / 2$$

とし、Hdiff > Vdiffのときには、

$$G34 = (G24 + G44) / 2$$

とし、Hdiff = Vdiffのときには、

$$G34 = (G24 + G44 + G33 + G35) / 4$$

とする。

【0008】同様にして、G43の補間演算においては、まず、B41, B45, B23, B63からB43に対する勾配を下式から計算する。

$$Hdiff = | (B41 + B45) / 2 - B43 |$$

$$Vdiff = | (B23 + B63) / 2 - B43 |$$

そして、Hdiff < Vdiffのときには、

$$G43 = (G42 + G44) / 2$$

とし、Hdiff > Vdiffのときには、

$$G43 = (G33 + G53) / 2$$

とし、Hdiff = Vdiffのときには、

$$G43 = (G33 + G53 + G42 + G44) / 4$$

とする。

【0009】一方、R信号、B信号の補間は、Gフィルタの画素と当該画素に隣接するRフィルタ、Bフィルタの画素の信号を用いて線形補間を行う構成となっている。以下に、R信号R33, R43, R44の補間演算式を示す。

$$R33 = ((R32 - G32) + (R34 - G34)) / 2 + G33$$

$$R43 = ((R32 - G32) + (R34 - G34) + (R52 - G52) + (R54 - G54)) / 4 + G43$$

$$R44 = ((R34 - G34) + (R54 - G54)) / 2 + G44$$

また、B信号B33, B34, B44の補間演算式を以下に示す。

【0010】 $B33 = ((R23 - G23) + (R43 - G43)) / 2 + G33$

$B34 = ((R23 - G23) + (R25 - G25) + (B43 - G43) + (R45 - G45)) / 4 + G34$

$B44 = ((B43 - G43) + (B45 - G45)) / 2 + G44$

一方、前記電子カメラにおいては、従来から、画像データを圧縮処理して半導体メモリ等に記録することが行われており、該圧縮処理には直交変換符号化を用いた方法が主として使用されている。

【0011】例えばJPEG圧縮では、RGB信号は、 8×8 画素を1単位としてDCT (Discrete Cosine Transform)で直交変換された後、量子化され、ハフマン符号化されて、圧縮データとなる。圧縮データは保存又は伝送され、圧縮データを解凍(伸長)する際には、上述の逆をたどって画像が復元される。上記のように、直交変換符号化は、画像領域を複数のブロックに分割して行うため、解凍画像(伸長画像)においてブロックの継ぎ目が不自然になる現象(以下、ブロック歪みという)が発生するという問題があり、該ブロック歪みを低減するための方法が種々提案されていた。

【0012】例えば特開昭63-236088号公報には、ブロック同士がオーバーラップするようにして直交変換符号化を行われる構成の開示があり、特開平3-166823号公報には、画像の平坦部と判断された部分についてローパスフィルタを施す構成の開示あり、また、特開平4-2273号公報には、ブロックの境界付近にランダムノイズを付加したりローパスフィルタを施す構成の開示があり、更に、特開平6-113147号公報には、ブロック歪みを持つ画像に対して、境界から歪みの有無を判断して、歪みのある部分にローパスフィルタをかける構成の開示ある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記米国特許4642678号に開示されるモザイクフィルタにおける補間方法では、Blueフィルタ画素において、Red信号値を補間により求める際に、Green、Redの信号値のみを用いており、同様に、Redフィルタ画素で、Blue信号を補間する際は、Green、Blueの信号値のみを用いる構成となっており、Bフィルタ画素におけるR信号値の補間、Rフィルタ画素におけるB信号値の補間においては、注目画素の信号値を補間演算に用いない構成であるため、前記補間方法では色の再現性及び鮮鋭性が低くなってしまうという問題があった。

【0014】また、エッジのパターン認識を行って補間演算の方向を決定する方法では、画像のパターンを判別するために演算負担が大きく、補間処理が遅くなってしまうという問題があり、また、前述の場合と同様に、注目画素の信号値を使わずに、G、B又はG、Rの信号値に基づいてB、R信号値を補間するため、色の再現性が低いという問題があった。

【0015】更に、米国特許5373322号の場合には、輝度信号であるG信号の補間を、色信号であるR、B信号の勾配から決定しているため、Gの勾配と無関係に補正が行われることになってしまうという問題があり、また、色信号の補間についても、補間されたG信号を使って線形補間を行っているため、画像全体の色の再現性が低いという問題があり、また、勾配を判断するために処理が遅くなってしまうという欠点がある。

【0016】また、前記各従来技術においては、1次元方向の画素、又は、注目画素に隣接する画素を使い補間を行っているが、かかる構成では、参照する画素が少ないために色の再現性が低いという問題があった。一方、前記従来ブロック歪みを低減する方法において、ブロックをオーバーラップさせる場合には、標準的な圧縮方法と異なる処理を行う必要が生じてしまうという問題があり、ランダムノイズを付加する構成では、ノイズの加算によって画像が荒れるという問題があった。また、平坦部を判別してローパスフィルタをかける構成や、ブロック歪みの有無を判断してローパスフィルタをかける構成の場合には、判別処理が要求されるため演算負担が高くなり、また、判別処理が不適切であると処理によって却って画質を低下させてしまう可能性があった。

【0017】本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、単板式の電子カメラにおいて、色の再現性及び鮮鋭性が高く、然も、処理時間の短い補間処理を提供することを目的とする。また、本発明は、簡単な画像処理で、画質の低下を伴わずにブロック歪みを低減できる方法を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】そのため請求項1記載の発明は、光電変換素子とカラーフィルタを用いた単板式の電子カメラにおいて、注目画素を中心とする所定領域内でフィルタ色別に信号値の平均値を計算し、該平均値と注目画素の信号値とに基づいて、前記注目画素のフィルタ色と異なる色の信号値を補間する構成とした。

【0019】前記カラーフィルタとしては、R、G、Bのモザイクフィルタの他、[W, G, Cy, Ye]、[G, Cy, Ye]、[Mg, G, Cy, Ye]などの組み合わせからなるものであっても良い。そして、補間処理を施す注目画素を中心に所定領域を設定し、前記所定領域内において同じ色のフィルタが積層された画素の信号値の平均を求め、該平均値と注目画素における信号値とによって、補間値が計算される構成としてある。

【0020】請求項2記載の発明は、GreenのカラーフィルタとBlue及びRed以外のカラーフィルタを用いた単板式の電子カメラにおいて、注目画素を中心とする所定領域内でフィルタ色別に信号値の平均値を計算し、その平均値をBlue、Red信号に変換し、該平均値と注目画素の信号値とに基づいて、前記注目画素のフィルタ色と異なる色の信号値を補間する構成とした。

【0021】かかる構成では、Blue及びRed以外のW, Cy, Ye, Mgなどのカラーフィルタを用いる場合に、これらの信号の平均値をBlue, Red信号に変換して、補間演算に用いる。請求項3記載の発明では、注目画素の信号値と、前記所定領域内で注目画素と同じ色のカラーフィルタをもつ画素の信号値の平均値と、前記所定領域内で前記注目画素について補間する色と同じ色のカラーフィルタをもつ画素の信号値の平均値とに基づいて、前記注目画素のカラーフィルタと異なるフィルタ色の信号値を補間する構成とした。

【0022】例えば、R, G, Bのモザイクフィルタを用いる場合であって、Redフィルタが積層された注目画素においてGreen信号を補間するときには、注目画素を中心とする所定領域内で、Redフィルタが積層された画素（注目画素を含む）の信号値の平均値 R' を計算すると共に、前記所定領域内でGreenフィルタが積層された画素の信号値の平均値 G' を計算し、注目画素で得られた信号値を R としたときに、Green信号の補間値 G を、 $G = R + G' - R'$

として求めることができる。即ち、注目画素のRed信号と、所定領域内のRed信号の平均値との偏差を、所定領域内のGreen信号の平均値に加算した値を、Redフィルタが積層された注目画素におけるGreen信号の補間値とするものである。

【0023】請求項4記載の発明では、前記カラーフィルタが少なくともGreenフィルタを有し、Green以外のフィルタ色の注目画素についてGreen信号値を補間により求めるときに、注目画素の信号値を X 、前記所定領域内で注目画素と同じ色のカラーフィルタをもつ画素の信号値の平均値を X' 、前記所定領域内でGreenフィルタをもつ画素の信号値の平均値を G' としたときに、前記注目画素についてのGreen信号の補間値 g を、 $g = G' + \beta (X - X')$

として求め、注目画素がGreenフィルタ色の注目画素であるとき、その信号値を G としたときに、 $g = G' + \beta (G - G')$

としてGreen信号の補間値 g を求める構成とした。

【0024】上記補間値 g によると、 β を大きくすると画像の鮮鋭性が高くなり、小さくするとぼけることになる。ここで、最終的にR, G, Bの信号を得る必要がある場合であっても、注目画素のフィルタ色は、R, Bの以外のYe, Cy, Mg, Wなどのいずれであっても良く、R, G, Bモザイクフィルタ以外のカラーフィルタにも適用できる補間式となっている。

【0025】請求項5記載の発明では、前記カラーフィルタがRed, Green, Blueフィルタをそれぞれ有し、注目画素についてRed, Blueの信号値それぞれ補間により求めるときに、注目画素の信号値を X 、前記所定領域内で注目画素と同じ色のカラーフィルタをもつ画素の信号値の平均値を X' 、前記所定領域内でRedフィルタ

をもつ画素の信号値の平均値を R' 、前記所定領域内でBlueフィルタをもつ画素の信号値の平均値を B' としたときに、Red, Blue信号の補間値 r, b を、 $r = R' + \beta (X - X')$

$$b = B' + \beta (X - X')$$

として求める構成とした。

【0026】上記構成においても、 β を大きくすると画像の鮮鋭性が高くなり、小さくするとぼけることになる。請求項6記載の発明では、前記カラーフィルタが少なくともGreenフィルタを有する一方、Red, Blueフィルタ以外のフィルタ色を有する構成であって、注目画素についてRed, Blueの信号値それぞれ補間により求めるときに、前記所定領域内でフィルタ色別に計算した信号値の平均値をRed, Blueの信号値 r', b' に変換し、注目画素の信号値を X 、前記所定領域内で注目画素と同じ色のカラーフィルタをもつ画素の信号値の平均値を X' としたときに、Red, Blue信号の補間値 r, b を、 $r = r' + \beta (X - X')$

$$b = b' + \beta (X - X')$$

として求める構成とした。

【0027】カラーフィルタとして、例えばG, Cy, Yeの組み合わせからなるモザイクフィルタを用いる場合であって、Cy, Yeのフィルタをもつ画素において、Red及びBlue信号値を補間によって求めるときには、領域内でのG, Cy, Yeそれぞれの平均値 G', Cy', Ye' を求める一方、該平均値を b', r' に色変換する。そして、変換された b', r' を、前記補間式 $r = r' + \beta (X - X')$ 、 $b = b' + \beta (X - X')$ に代入することで、Red及びBlue信号値を補間によって求めることができる。

【0028】請求項7記載の発明では、前記 β を光学系の変調伝達関数MTFに応じて可変に設定する構成とした。光学系のMTF (Modulation Transfer Function) は、レンズの絞り、焦点距離によって変化するので、MTF劣化を補正すべく、前記 β を可変に設定する。請求項8記載の発明では、前記所定領域を、前記注目画素を中心とする 5×5 画素の領域とする構成とした。

【0029】色の再現性を考えると、領域を広くすることが望まれるが、領域を広くするとエッジ付近で偽色が増加するため、 5×5 画素程度とすることが好ましい。請求項9記載の発明では、前記所定領域内で、同一フィルタ色の画素が、ライン上の同一位置に並ぶ複数ラインについて、該複数ライン上の同一位置かつ同一色の信号の和をそれぞれ記憶するメモリを備え、該メモリの記憶値を用いて補間を行う構成とした。

【0030】かかる構成によると、領域内の信号平均を求めるときに、予めメモリに縦方向（1次元）の加算結果が記憶されているから、2次元の平均（信号の総和）を求める際における処理内容が簡略化されることにな

る。一方、請求項10記載の発明は、レンズによる周辺減光の補正を、ホワイトバランス調整とゲイン調整との少なくとも一方と同時に行うことを特徴とする。

【0031】かかる構成によると、画像の中心に対して周辺部分の明るさが低下する現象である周辺減光の補正が、ホワイトバランス調整又はゲイン調整と同時に、或いは、ホワイトバランス調整及びゲイン調整と同時に行われる。前記同時補正とは、例えば、ホワイトバランス調整やゲイン調整のために信号値に係数を乗算して補正するとき、ホワイトバランス調整やゲイン調整のため

【0032】一方、請求項11記載の発明は、画像領域を複数のブロックに分割し、各ブロックの画像データについての2次元直交変換符号化によりデジタル画像データの圧縮、復元を行う画像処理方法であって、圧縮前に高周波成分を強調する処理を行う一方、解凍後に高周波成分を低減する処理を行うよう構成した。かかる構成によると、JPEG圧縮のように画像領域を複数ブロックに分割して2次元直交変換符号化を行って画像データの圧縮を行う前に、高周波成分を強調する処理が施され、この高周波成分が強調された画像について圧縮処理を施す。そして、解凍（伸長）後には、高周波成分を低減する処理を施す。即ち、予め全領域について高周波成分を強調しておき、解凍後の高周波成分の低減（ローパスフィルタ）をブロック歪みの有無や平坦部の判別を行うことなく施すことができるようにして、ブロック歪みの低減を簡単な画像処理で行えるようにしたものである。

【0033】請求項12記載の発明では、前記各ブロックの境界部分を検出し、前記高周波成分の処理を前記検出された境界部分について行わせる構成とした。例えば、JPEG圧縮では8×8画素を1ブロックとして2次元直交変換符号化が行われるから、解凍後にこの8×8画素で区分される各ブロックの境界を検出し、該境界部分、即ち、ブロック歪みが発生する部分について高周波成分の処理を施す。

【0034】請求項13記載の発明では、前記圧縮を行う画像データが、電子カメラにおいて光電変換素子で得られた画像データであって、かつ、圧縮されたデジタル画像データを記録する前記電子カメラの半導体メモリから読み出した画像データについて前記復元を行わせる構成とした。かかる構成によると、光学像を光電変換素子で画像データに変換し、この画像データを半導体メモリに圧縮して記録する電子カメラにおいて、前記圧縮前に高周波成分を強調する処理が施され、また、圧縮された画像データを前記半導体メモリから読み出して解凍（伸長）した後に、高周波成分を低減する処理が施されることになる。

【0035】請求項14記載の発明では、前記光電変換素子が、モザイク状のカラーフィルタを備えたものである

構成とした。例えば単板式電子カメラにおいては、CCD等の光電変換素子の各画素それぞれにカラーフィルタを重ねてカラー画像信号を得る構成が知られており、例えばGreenフィルタを市松状に配列する一方、残りの部分に比較的解像度が要求されない2種類の色信号（Red, Blue 信号）を得るためのRed, Blue フィルタそれぞれが市松状になるように配列したカラーフィルタが用いられる。このように異なる色のフィルタを規則的に並べることから、本願ではかかるカラーフィルタをモザイク状のカラーフィルタと称するが、フィルタ色や配列を限定するものではない。

【0036】請求項15記載の発明では、前記電子カメラにおいて、前記注目画素のフィルタ色と異なる色の信号値を補間して求める処理が行われる構成であり、前記圧縮前の高周波成分を強調する処理を、前記補間処理と同時に行う構成とした。例えばR, G, Bからなるカラーフィルタを用いる場合には、各画素毎にR, G, Bのいずれか1つの情報のみを得られることになるため、画像信号について補間計算を行い、各画素毎にR, G, Bのデータがそれぞれに得られるようにするが、このときに高周波成分を強調する処理を同時に行わせ、高周波成分を強調するための処理を簡略化するものである。例えば補間計算で用いる係数によって高周波成分を強調できれば、補間計算と同時に高周波成分の強調処理が行えることになる。

【0037】尚、前記補間処理としては、請求項1～9に記載された補間処理を用いることができ、特に、請求項4～6に記載される演算式の係数 β の設定によって容易に高周波成分の強調が行える。請求項16記載の発明では、前記高周波成分の処理を、コンボリューションによって行う構成とした。

【0038】かかる構成によると、コンボリューション（畳み込み演算）によって、高周波成分の強調又は低減処理を行わせる。請求項17記載の発明では、前記高周波成分の処理を、輝度信号についてのみ行う構成とした。かかる構成によると、例えば、RGB信号をYCC信号（輝度Y信号と色C信号とからなる信号）に変換して前記輝度Y信号についてのみ高周波成分の強調処理を施し、解凍後に輝度Y信号についてのみ高周波成分を低減する処理を施してから、YCC信号をRGB信号に変換する。

【0039】

【発明の効果】請求項1記載の発明によると、補間処理を施す注目画素を中心とした所定領域内での色別の平均値と、注目画素における信号値とに基づいて、補間処理が施されることにより、色の再現性及び鮮鋭性を高くできると共に、比較的簡単な処理で補間値が求められるという効果がある。

【0040】請求項2記載の発明によると、Redフィルタ、Blue フィルタを備えないカラーフィルタを用いる

場合であっても、色の再現性及び鮮鋭性が高く、然も、簡単な処理の補間を行わせることができるという効果がある。請求項3記載の発明によると、注目画素の信号値と、所定領域内で注目画素と同じフィルタ色の画素の平均値とを比較することで、注目画素の信号値の所定領域内における特徴に応じて補間値を求めることができ、以て、高い色再現性を得られるという効果がある。

【0041】請求項4記載の発明によると、補間処理によってエッジを強調することができ、以て、鮮鋭性の高い画像が得られるという効果がある。請求項5記載の発明によると、エッジの強調を行わせつつ、色の再現性が良い補間処理ができるという効果がある。請求項6記載の発明によると、カラーフィルタが、G、Ye、Mg、CyなどのRedフィルタ、Blueフィルタを備えないカラーフィルタであっても、簡便かつ色再現性良く、R、Bの補間値を得られるという効果がある。

【0042】請求項7記載の発明によると、レンズの絞りや焦点距離の変化によるMTFの劣化を、補間処理において補正することができるという効果がある。請求項8記載の発明によると、エッジ部における偽色を少なくできるという効果がある。請求項9記載の発明によると、所定領域内での平均値（信号値の総和）の演算を効率良く行え、処理速度を速めることができるという効果がある。

【0043】請求項10記載の発明によると、レンズによる周辺減光を簡便に補正することができるという効果がある。請求項11記載の発明によると、簡単な画像処理で、画質の低下を伴わずにブロック歪みを低減できるという効果がある。請求項12記載の発明によると、簡単な画像処理で、画質の低下を伴わずにブロック歪みをより効果的に低減できるという効果がある。

【0044】請求項13記載の発明によると、電子カメラにおいて、簡単な画像処理で、画像データの圧縮、解凍に伴う画質の低下を抑止できるという効果がある。請求項14記載の発明によると、モザイク状のカラーフィルタを用いる電子カメラにおいて、ブロック歪みと共にアーティファクトも同時に低減できるという効果がある。

【0045】請求項15記載の発明によると、モザイク状のカラーフィルタの補間処理を利用して高周波成分の強調を行わせることができ、高周波成分の強調のための機能を別途設ける必要がなく、信号処理を簡略化できるという効果がある。請求項16記載の発明によると、高周波成分の処理の自由度が高く、正確な補正をかけることができるという効果がある。

【0046】請求項17記載の発明によると、輝度Y信号のみを処理対象とすることで、高周波成分の処理における演算負担を軽くできるという効果がある。

【0047】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明する。図1は、実施例に係る単板式の電子カメラの信号

変換経路の概略を示すブロック図である。図1において、図示しない被写体からの光学像は、撮影レンズ1を介して光電変換素子としてのCCD（Charge Coupled Device）2上に、該CCDに積層された各種フィルタを介して照射され、CCD2では、前記被写体の光学像を光電変換して電気信号に変換する。

【0048】前記各種のフィルタとしては、例えば、空間周波数の低域のみを通過させる低域通過フィルタ3、赤外線をカットする赤外線カットフィルタ4、RGB又はCMYGなどの色フィルタの組み合わせからなるモザイクフィルタ5が用いられる。前記CCD2から出力された電気信号はA/D変換された後、画像メモリ6に一旦記憶される。

【0049】前記画像メモリ6に記憶された画像データは、画像処理部7の画像補間部7aにおいて補間処理され、更に、色変換処理部7bにおいて色変換処理が施される。次に、画像データは、ガンマ変換部8で階調特性の調整が施された後、画像圧縮部9において、必要に応じてJPEG（Joint Photographic coding Experts Group）等の画像圧縮処理が施される。

【0050】記録部10では、圧縮後の画像データを、例えばメモ리카ードや光磁気ディスク等の記録媒体に記録する。ここで、図1に示す信号変換経路の一連の処理は、CPU11によって制御されるものとする。次に、前記画像補間部7aにおける補間処理について詳しく説明する。

【0051】尚、以下の補間処理の説明においては、図2に示すようなRGBのモザイクフィルタを用いるものとする。図2のモザイクフィルタは、Greenフィルタを市松状に配列する一方、残りの部分にRed、Blueフィルタそれぞれが等分に市松状になるように配列したものである。図1の画像メモリ6から読み出された画像データは、図3に示す平均値計算部21において、注目画素を中心とした5×5画素の領域内で、各フィルタ色毎に平均値が計算される。

【0052】色の再現性を考えると、5×5画素以上の大きさの領域で各フィルタ色毎の平均値を計算させる構成としても良いが、領域を広くするとエッジ付近で偽色が増加するため、5×5画素程度の領域とすることが好ましい。一方、図3の補間計算部22では、以下のようにして補間値を求める。例えば、図2においてRフィルタ画素R34及びBフィルタ画素B43の各画素（注目画素）に対応するGreen信号G34、G43は、次式から補間される。

$$\begin{aligned} G34 &= R34 + G'34 - R'34 \\ G43 &= B43 + G'43 - B'43 \end{aligned}$$

ここで、G'34、R'34は、注目画素であるR34を中心とした5×5画素領域内のGreen信号、Red信号の平均値を示し、G'43、B'43は、注目画素であるB43を中心とした5×5画素領域内のGreen信号、Blue信号の

平均値を示し、具体的には、それぞれ下式に従って求められる。

$$【0054】 G'_{34} = (G_{13} + G_{15} + G_{22} + G_{24} + G_{26} + G_{33} + G_{35} + G_{42} + G_{44} + G_{46} + G_{53} + G_{55}) / 12$$

$$G'_{43} = (G_{22} + G_{24} + G_{31} + G_{33} + G_{35} + G_{42} + G_{44} + G_{51} + G_{53} + G_{55} + G_{62} + G_{64}) / 12$$

$$R'_{34} = (R_{12} + R_{14} + R_{16} + R_{32} + R_{34} + R_{36} + R_{52} + R_{54} + R_{56}) / 9$$

$$B'_{43} = (B_{21} + B_{23} + B_{25} + B_{41} + B_{43} + B_{45} + B_{61} + B_{63} + B_{65}) / 9$$

尚、平均値を求める範囲は5×5画素領域に限定されず、3×3画素、3×5画素、5×3画素、7×5画素などであっても良く、また、重み付けを行っても良い。

【0055】また、Gフィルタ画素G33、Bフィルタ画素B43、Gフィルタ画素G44に対応するRed信号の補間値R33、R43、R44は以下のようにして求められる。

$$R_{33} = G_{33} + R'_{33} - G'_{33}$$

$$R_{43} = B_{43} + R'_{43} - B'_{43}$$

$$R_{44} = G_{44} + R'_{44} - G'_{44}$$

ここで、前述と同様に、R'33、G'33は、注目画素G*20

*33を中心とした5×5画素領域内のRed信号、Green信号の平均値を示し、R'43、B'43は、注目画素B43を中心とした5×5画素領域内のRed信号、Blue信号の平均値を示し、更に、R'44、G'44は、注目画素G44を中心とした5×5画素領域内のRed信号、Green信号の平均値を示す。

【0056】更に、Gフィルタ画素G33、Rフィルタ画素B34、Gフィルタ画素G44に対応するBlue信号の補間値B33、B34、B44は以下のようにして求められる。

$$B_{33} = G_{33} + B'_{33} - G'_{33}$$

$$B_{34} = R_{34} + B'_{34} - R'_{34}$$

$$B_{44} = G_{44} + B'_{44} - G'_{44}$$

ここでも、B'33、B'34、B'44は、G33、R34、G44をそれぞれ中心とした5×5画素領域内のBlue信号の平均値を示す。

【0057】上記の補間演算をまとめると、表1に示すようになる。表1において、BGRは、注目画素の信号値を示し、gbrは、補間値を示す。

【0058】

【表1】

注目画素	g	b	r
B	$G' + B - B'$	B	$R' + B - B'$
G	G	$B' + G - G'$	$R' + G - G'$
R	$G' + R - R'$	$B' + R - R'$	R

【0059】上記表1に示すように、注目画素の信号値と、注目画素を中心とする所定領域内の色別の信号値の平均値とに基づいて補間値を計算させることで、高い色再現性を得られることになる。前記表1の変形例として、補間式に係数βをもたせることにより、補間された※

※画像の特徴を変えることが可能であり、これを表2に示す。

【0060】

【表2】

注目画素	g	b	r
B	$G' + \beta (B - B')$	$B' + \beta (B - B')$	$R' + \beta (B - B')$
G	$G' + \beta (G - G')$	$B' + \beta (G - G')$	$R' + \beta (G - G')$
R	$G' + \beta (R - R')$	$B' + \beta (R - R')$	$R' + \beta (R - R')$

【0061】表2に示すβは、値を大きくすると画像の鮮鋭性が高くなり、小さくするとぼけることになる。但し、β=0の場合、各注目画素のカラーフィルタに応じて表3のようにしても良い。

【0062】

【表3】

注目画素	出力値
B	b = B
G	g = G
R	r = R

フィルタの補間方法について説明したが、フィルタの種類を限定するものではなく、YMC G、Y C Gなどの組み合わせからなる種々のモザイクフィルタに適応でき、ここでは、図4～図6に示すような構成のモザイクフィルタの場合について説明する。尚、図4～図6は、各色フィルタの組み合わせの基本形を示すものであり、CCD2の画素数に応じて同じパターンのフィルタ構成が繰り返されることになる。

【0064】図7は、前記図4～図6に示すような構成のモザイクフィルタを用いる場合の画像補間部7aの構成を示すものであり、図1の画像メモリ6から読み出された画像信号は、平均値計算部31において、注目画素を中心とした5×5画素の領域内で、各色毎に平均値が計

【0063】上記では、図2に示したRGBモザイクフ

算される。そして、変換式計算部32において、RGB以外の信号がRGB信号に変換される。

【0065】更に、補間値計算部33において、所定の補間式により補間値が求められる。例えば、図4に示すYMCモザイクフィルタの場合には、数1に従ってYM*

$$\begin{bmatrix} b' \\ g' \\ r' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y e' \\ M g' \\ C y' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} G'$$

【0067】上記数1において、 $Y e'$ 、 $M g'$ 、 C

y' 、 G' は、注目画素を中心とした 5×5 画素領域内における $Y e$ 信号値、 $M g$ 信号値、 $C y$ 信号値、 G 信号値それぞれの平均値であり、前記平均値計算部31で計算され、 b' 、 g' 、 r' は、前記 $Y e'$ 、 $M g'$ 、 C
 y' 、 G' に基づき変換された R 、 G 、 B の平均値を示す

*C信号が、変換式計算部32においてRGB信号に変換される。

【0066】
【数1】

【0068】また、図4に示すYMCモザイクフィルタの場合には、表4に示す補間式により、前記補間値計算部33において補間値が求められる。

【0069】
【表4】

注目画素	g	b	r
G	$G' + \beta (G - G')$	$b' + \beta (G - G')$	$r' + \beta (G - G')$
Ye	$G' + \beta (Ye - Ye')$	$b' + \beta (Ye - Ye')$	$r' + \beta (Ye - Ye')$
Mg	$G' + \beta (Mg - Mg')$	$b' + \beta (Mg - Mg')$	$r' + \beta (Mg - Mg')$
Cy	$G' + \beta (Cy - Cy')$	$b' + \beta (Cy - Cy')$	$r' + \beta (Cy - Cy')$

【0070】但し、 $\beta = 0$ の場合、注目画素Gにおける出力値は、 $g = G$ としても良い。表4において、 G 、 $Y e$ 、 $M g$ 、 $C y$ は注目画素の信号値を示し、 g 、 b 、 r は、補間値を示す。一方、図5に示すYCGモザイクフィルタの場合には、数2に従ってWYC信号がRGB信号に変換される。

【0071】

【数2】

$$\begin{bmatrix} b' \\ g' \\ r' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W' \\ Y e' \\ C y' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} G' \quad 30$$

★

注目画素	g	b	r
G	$G' + \beta (G - G')$	$b' + \beta (G - G')$	$r' + \beta (G - G')$
W	$G' + \beta (W - W')$	$b' + \beta (W - W')$	$r' + \beta (W - W')$
Ye	$G' + \beta (Ye - Ye')$	$b' + \beta (Ye - Ye')$	$r' + \beta (Ye - Ye')$
Cy	$G' + \beta (Cy - Cy')$	$b' + \beta (Cy - Cy')$	$r' + \beta (Cy - Cy')$

【0074】但し、 $\beta = 0$ の場合、注目画素Gにおける出力値は、 $g = G$ としても良い。表5において、 W 、 $Y e$ 、 $C y$ 、 G は、注目画素の信号値を示し、 g 、 b 、 r は補間値を示す。更に、図6に示すGCMモザイクフィルタの場合には、数3に従ってGYC信号がRGB信号に変換される。

【0075】

【数3】

$$\begin{bmatrix} b' \\ g' \\ r' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G' \\ Y e' \\ C y' \end{bmatrix}$$

★【0072】ここでも、 W' 、 $Y e'$ 、 $C y'$ 、 G' は、注目画素を中心とした 5×5 画素領域内における W 信号、 $Y e$ 信号値、 $C y$ 信号値、 G 信号値それぞれの平均値であり、前記平均値計算部31で計算され、 b' 、 g' 、 r' は、前記 W' 、 $Y e'$ 、 $C y'$ 、 G' に基づき変換された R 、 G 、 B の平均値を示す。また、図5に示すYCGモザイクフィルタの場合には、表5に示す補間式により補間値が求められる。

【0073】

【表5】

【0076】数3において、 $Y e'$ 、 $C y'$ 、 G' は、注目画素を中心とした 5×5 画素領域内における $Y e$ 信号値、 $C y$ 信号値、 G 信号値それぞれの平均値であり、前記平均値計算部31で計算され、 b' 、 g' 、 r' は、前記 $Y e'$ 、 $C y'$ 、 G' に基づき変換された R 、 G 、 B の平均値を示す。また、図6に示すYCGモザイクフィルタの場合には、表6に示す補間式により補間値が求められる。

【0077】

【表6】

注目画素	g	b	r
G	$G' + \beta (G - G')$	$b' + \beta (G - G')$	$r' + \beta (G - G')$
Ye	$G' + \beta (Ye - Ye')$	$b' + \beta (Ye - Ye')$	$r' + \beta (Ye - Ye')$
Cy	$G' + \beta (Cy - Cy')$	$b' + \beta (Cy - Cy')$	$r' + \beta (Cy - Cy')$

【0078】但し、 $\beta = 0$ の場合、注目画素Gにおける出力値は、 $g = G$ としても良い。表6において、G、Ye、Cyは注目画素の信号値を示し、g、b、rが補間値を示す。ところで、前記係数 β は、固定値として与えても良いが、下記に示すように光学系のMTFに応じて可変に設定する構成としても良い。

【0079】前記補間マトリクスの周波数特性は、係数 β に応じて図10に示すように変化する。前記図10は、原色モザイクフィルタのRed又はBlueのカラーフィルタが積層された画素におけるRed信号又はBlue信号の補間マトリクスの縦、横方向の周波数特性を表すものであり、 β を1以上にすると、補間マトリクスはバンドパスフィルタの特性を持つようになることが分かる。

【0080】一方、光学系のMTFは、レンズの絞りや*

$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$
0	0	0	0	0
$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$
0	0	0	0	0
$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$	0	$(1-\beta)/9$

【0083】逆特性の振幅を F_{hnp} とすると、

$$\beta = (F_{hnp} + 0.333) / 1.333$$

となる。また、注目する周波数は、人間の目の分解能が最も高い周波数としても良いし、全周波数帯域にも平均的に合わせることも可能である。また、レンズのMTFは、画像の中心から同心円上に変化するため、この変化に合わせてMTFを測定し、 β を画素位置毎に可変に設定することもできる。

【0084】次に、画像補間における効率的な計算方法について説明する。ここでは、図2のRGBモザイクフィルタを用いる場合であって、 5×5 画素の領域内で平均値を計算する例を示す。後述するように、平均値の計算のために画像の横方向に対して4ライン分のメモリが必要となり、該メモリをadd2、add3、add20、add30として、以下に計算手順を示す。

【0085】(1)図2における左端の画素がそれぞれG11、G31、G51である上から1番目、3番目、5番目の3ラインにおける縦方向の3画素の和を、add3に入力する。つまり、各ラインの横方向の画素を、line1[i]、line2[i]、line3[i]、・・・(i=1～横方向の画素数)としたときに、
 $add3[i] = line1[i] + line3[i] + line5[i]$

* 焦点距離に応じて変化するから、カメラ内で使用するレンズの絞りや焦点距離に合わせてMTFを測定し、そのMTF劣化を補正する目的で β を可変に設定することができる。例えばCCDで撮影した画像のMTFが、図11に示すような特性を示すとき、このMTFを補正するにはその逆特性に近似した補間マトリクスが必要となり、例えば、 $1/2$ ナイキスト周波数に注目して近似させると次のようになる。

【0081】補間マトリクスの周波数特性を P_{hnp} とすると、 P_{hnp} は、表7の補間マトリクスをフーリエ変換し、次式で表される。

$$P_{hnp} = -0.333 + 1.333 \beta$$

【0082】

【表7】

とする。

【0086】

例えば、 $add3[1] = line1[1] + line3[1] + line5[1]$

$$= G11 + G31 + G51$$

$$add3[2] = line1[2] + line3[2] + line5[2]$$

$$= R12 + R32 + R52$$

となる。

【0087】(2)図2における左端の画素がそれぞれB21、B41である上から2番目、4番目の2ラインにおける縦方向の2画素の和をadd2に入力する。

$$add2[i] = line2[i] + line4[i]$$

例えば、 $add2[1] = line2[1] + line4[1]$

$$= B21 + B41$$

$$add2[2] = line2[2] + line4[2]$$

$$= G22 + G42$$

となる。

【0088】(3)注目画素G33を中心とした 5×5 画素領域内におけるR信号、G信号、B信号それぞれの平均値 $R33'$ 、 $G33'$ 、 $B33'$ を、次のようにして計算する。

$$R' = add3[2] + add3[4]$$

$$G' = add2[2] + add2[4] + add3[1] + add3[3] + add3$$

[5]

$$B' = \text{add2}[1] + \text{add2}[3] + \text{add2}[5]$$

$$R33' = R' / 6$$

$$G33' = G' / 13$$

$$B33' = B' / 6$$

(4) 図2でG33の右隣のR34を注目画素としたときの各色の平均値は次のようになる。

$$【0089】 R' = R' + \text{add3}[6]$$

$$G' = G' - \text{add3}[1] + \text{add2}[6]$$

$$B' = B' - \text{add2}[1]$$

$$R34' = R' / 9$$

$$G34' = G' / 12$$

$$B34' = B' / 4$$

尚、 $R' + \text{add3}[6]$ の R' は、G33で求めたR信号の総和であり、 $G' - \text{add3}[1] + \text{add2}[6]$ における G' 、 $B' - \text{add2}[1]$ における B' も同様である。

【0090】(5)更に、R34の右隣のG35を注目画素としたときの各色の平均値は次のようになる。

$$R' = R' - \text{add3}[2]$$

$$G' = G' + \text{add3}[7] - \text{add2}[2]$$

$$B' = B' + \text{add2}[7]$$

$$R35' = R' / 6$$

$$G35' = G' / 13$$

$$B35' = B' / 6$$

尚、 $R' - \text{add3}[2]$ の R' は、R34で求めたR信号の総和であり、 $G' + \text{add3}[7] - \text{add2}[2]$ における G' 、 $B' + \text{add2}[7]$ における B' も同様である。

【0091】(6)上記の計算を横方向に順次繰り返す。

(7)次に、B41のラインに注目画素を移す。ここでは、次式で横方向の和を求め、前記(3)～(6)の手順で同様に計算する。

$$\text{add20}[i] = \text{add2}[i]$$

$$\text{add30}[i] = \text{add3}[i]$$

$$\text{add2}[i] = \text{add30}[i] - \text{line1}[i] \quad \text{又は} \quad \text{add2}[i] = \text{add3}[i] + \text{line5}[i]$$

$$\text{add3}[i] = \text{add20}[i] + \text{line6}[i]$$

尚、 $\text{add20}[i]$ 、 $\text{add30}[i]$ の各ラインメモリは、上記のように $\text{add2}[i]$ 、 $\text{add3}[i]$ の更新設定において前回値を回避させるために必要となる。

【0092】(8)(3)～(7)を繰り返し、全ての画素に対して平均値を計算する。上記のようにして、ラインメモリを用いれば、注目画素毎に 5×5 画素領域内に含まれる各画素の信号をその都度合計する場合に比べ、計算量を低減でき、以て、効率の良く補間処理が行える。ところで、上記補間計算は、補間前の画像データをコンピュータへ転送することにより、ソフトウェアによっても実現でき、ソフトウェア処理による補間方法の例を図8又は図9のフローチャートに示す。

【0093】図8のフローチャートは、RGBモザイクフィルタを用いたときのソフトウェア処理による補間を

示す。まず、画像データを読み込み(S1)、続いて全画素について補間計算が終了しているか否かを判別する(S2)。全画素について補間計算が終了していない場合には、注目画素の近隣の画素(5×5 画素領域内の画素)について各色毎の平均値 R' 、 G' 、 B' を計算する(S3)。

【0094】そして、前記平均値 R' 、 G' 、 B' を用いて、補間値 r 、 g 、 b を計算する(S4)。前記計算した補間値を出力すると(S5)、次の注目画素をセットし(S6)、前記S2に戻って全画素について補間が終了したか否かを判別させ、全画素について終了するまで、前記S3～S6の処理を繰り返す。

【0095】図9のフローチャートは、図4のYMCモザイクフィルタを用いたときのソフトウェア処理による補間を示す。まず、画像データを読み込み(S11)、続いて全画素について補間計算が終了しているか否かを判別する(S12)。全画素について補間計算が終了していない場合には、注目画素の近隣の画素について各色毎の平均値 Ye' 、 Mg' 、 Cy' 、 G' を計算する(S13)。

【0096】次に、前記平均値 Ye' 、 Mg' 、 Cy' 、 G' を、 r' 、 g' 、 b' に変換する(S14)。そして、前記 r' 、 g' 、 b' を用いて、補間値 r 、 g 、 b を計算する(S15)。前記計算した補間値を出力すると(S16)、次の注目画素をセットし(S17)、前記S12に戻って全画素について補間が終了したか否かを判別させ、全画素について終了するまで、前記S13～S17の処理を繰り返す。

【0097】ところで、電子カメラにおいては、CCDの画素毎の出力ばらつきを補正するホワイトバランス調整とゲイン調整とが一般的に行われるが、前記ホワイトバランス調整又は/及びゲイン調整と同時に、レンズの周辺減光の補正を行わせれば、計算量を軽減して前記周辺減光の補正を行わせることができる。例えば、前述のように補間処理された r 、 g 、 b の信号に係数 A_r 、 A_g 、 A_b を乗算して、ホワイトバランス、ゲイン調整を行う際に、ホワイトバランス、ゲイン調整を行う係数 A_r 、 A_g 、 A_b に対して周辺減光を補正するための係数を乗算して補正し、該補正された係数 A_r 、 A_g 、 A_b を用いて、調整後の信号値 r_0 、 g_0 、 b_0 を得るようにする。ここで、周辺減光の補正のための係数を α とすると、該係数 α は、一般に知られているコサインの4乗則で決まり、簡単に表すと下式のようなになる。

$$【0098】 \alpha = 1 / \cos^4 \omega$$

前記 ω は、図12に示すように、焦点距離、軸外像点と軸上像点との距離で決まる値であり、それぞれの距離を f 、 x とすると、

$$\omega = \tan^{-1}(x/f)$$

となる。CCD上では、 α は、全画素数の $1/8$ だけ変化することになり、カメラ内にこの数の α のデータを持

っていけば良いことになる。そして、この係数 α とホワイトバランス、ゲイン調整のために設定された係数 A_r, A_g, A_b とを乗算して新たな係数 A_r, A_g, A_b をメモリに記録し、この記録された係数 A_r, A_g, A_b と、補間処理された r, g, b の信号との乗算を行わせる。

【0099】画像の縦、横のサイズを H, W とすると、ホワイトバランス調整、ゲイン調整、周辺減光補正とを個別に行う場合には、 $3 \times H \times W$ の回数の乗算処理が必要になるが、上記のようにして周辺減光の補正を行えば、乗算処理の回数は、 $3 \times (H \times W / 4 + H / 2)$ となり、乗算処理の回数を軽減できる。尚、周辺減光の補正は、ホワイトバランス調整とゲイン調整とのいずれか一方と同時にに行わせる構成であっても良いし、両者と同時にに行わせる構成であっても良い。

【0100】次に、上記のような補間処理が行われる単板式の電子カメラにおける画像データの圧縮、解凍（伸長）について説明する。図13は、図1に示した電子カメラの構成をより詳細に示すものであり、図示しない被写体からの光学像は、撮影レンズ51、低域通過フィルタ52、赤外線カットフィルタ53、RGB又はCMYなどの色フィルタの組み合わせからなるモザイクフィルタ54を介してCCD（Charge Coupled Device）55上に照射され、CCD55では、前記被写体の光学像を光電変換して電気信号に変換する。

【0101】前記CCD55から出力された電気信号はA/D変換された後、画像メモリ56に一旦記憶される。前記画像メモリ56に記録された画像データは、まず、マトリクス（1）57により、標準光源下で撮影したとの信号値に近づくように変換される。次に、マトリクス（2）58により、人間の網膜への刺激に近づくように変換される。但し、マトリクス（1）57とマトリクス（2）58との処理順序は逆でも良い。

【0102】次に、ゲインコントロール59で、適当な白色点になるように、3つの値がそれぞれ係数倍され、これにより、ホワイトバランスが取られる。次に、マトリクス（3）60により、信号値をCRTに表示したときに適当になるように変換し、更に、ガンマコントロール61により、CRTのガンマ特性に合わせて階調カーブが調整される。

【0103】更に、画像圧縮部62でJPEG圧縮などによって画像データを圧縮する処理が施され、該圧縮された画像データが半導体メモリ63に記録される。CPU64は、フリッカー判別装置65からの信号等が入力され、前記各処理部の動作を制御する一方、外部インターフェイス66を介して外部からの信号を入力する。また、メモリ67は、前記CPU64によってデータの書き込み、読み出しが行われるメモリである。

【0104】ここで、前記画像圧縮部62では、図14に示すようにして圧縮及び解凍（伸長）を行う。図14に示す

ように、圧縮前にまず画像データの高周波成分を強調する処理が行われ、その後に、 8×8 画素ブロック単位にDCT（Discrete Cosine Transform）を行い、量子化され、ハフマン符号化されて、圧縮データとなる。圧縮データを解凍（伸長）する際には、上述の逆をたどるが、解凍後に高周波成分を低減する処理が施される。

【0105】上記のようにして、圧縮前に高周波成分を強調する処理を施し、解凍後に高周波成分を低減する処理を施す構成とすれば、画像の平坦部やブロック歪みの有無を判別することなく、解凍後の高周波成分を低減する処理（ローパスフィルタ）によって、圧縮処理に伴うブロック歪みを低減することができる。尚、 8×8 画素を1ブロックとしてDCT変換を行うJPEG圧縮では、ブロック境界が8画素毎に設定され、この境界部分にブロック歪みが発生するので、この8画素毎のブロック境界部分についてのみ高周波成分の処理を施す構成とすれば、より効果的にブロック歪みを低減できる。

【0106】図14に示す構成では、RGB信号それぞれについて高周波成分の強調、低減を行わせることになるが、図15に示すように、圧縮前にRGB信号をYCC信号（輝度Y信号と色C信号となる信号）に変換し、輝度Y信号についてのみ高周波成分を強調する処理を行ってから圧縮処理を実行し、解凍後には、輝度Y信号についてのみ高周波成分を低減する処理を行ってからRGB信号に変換して出力するようにしても良い。上記のようにして輝度Y信号についてのみ高周波成分を強調する処理を行わせる構成であれば、高周波成分の強調、低減処理の計算負担が軽減されることになる。

【0107】尚、RGB信号とYCC信号との間の変換はマトリクス演算によって行わせることができ、例えば Y, E_r, E_b への変換マトリクスは、

$$\begin{matrix} 0.299 & 0.587 & 0.144 \\ 0.701 & -0.587 & -0.144 \\ -0.299 & -0.587 & 0.886 \end{matrix}$$

であり、また、逆変換マトリクスは、

$$\begin{matrix} 0.971 & 1.000 & -0.029 \\ 0.971 & -0.509 & -0.223 \\ 0.971 & 0.000 & 0.971 \end{matrix}$$

となる。但し、マトリクスには種々の変形例がある。

【0108】前記高周波成分の強調、低減処理は、ハードウェア、ソフトウェアのいずれによって行わせても良く、また、圧縮時にはDCT変換の後に強調処理を行わせ、解凍時にはDCT変換の前に低減処理を行わせる構成としても良い。また、高周波成分の強調、低減処理の方法としては、公知の種々の方法を用いることができるが、コンボリューションフィルタを用いることで、正確に高周波成分を処理できる。また、高周波成分の処理にフリーリエ変換を用いても良い。

【0109】更に、圧縮前の高周波成分の強調処理を、前記モザイクフィルタの画素信号の補間演算と同時に行

わせる構成とすることができる。例えば前記表2に示すような補間演算を行わせる場合には、係数 β を大きくすると画像の鮮鋭性が高くなる（高周波成分が強調される）から、例えば $\beta=2$ 程度として、ブロック歪みを低減するための圧縮前の高周波成分の強調処理と補間演算とを同時に行わせる構成とすることができる。

【0110】尚、モザイクフィルタの種類が異なる場合には、前記表4～表6に示す補間演算式を用い、その係数 β により高周波成分の強調を図れば良い。また、上記では、単板式のモザイクフィルタを用いた電子カメラにおける圧縮処理について述べたが、ブロック歪みを減少させるための高周波成分についての圧縮前の強調と解凍後の低減処理は、前記電子カメラに限定されることなく適宜に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例における電子カメラの信号変換経路を示すブロック図。

【図2】RGBモザイクフィルタの構成を示す図。

【図3】画像補間部の詳細を示すブロック図。

【図4】YMCモザイクフィルタの基本構成を示す図。

【図5】YCCWモザイクフィルタの基本構成を示す図。

【図6】YCGモザイクフィルタの基本構成を示す図。

【図7】R、Bフィルタを備えないモザイクフィルタを用いる場合の画像補間部の詳細を示すブロック図。

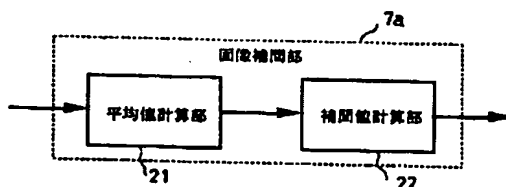
【図8】RGBモザイクフィルタにおける補間計算のソフトウェア処理を示すフローチャート。

*

【図2】

G11	R12	G13	R14	G15	R16
B21	G22	B23	G24	B25	G26
G31	R32	G33	R34	G35	R36
B41	G42	B43	G44	B45	G46
G51	R52	G53	R54	G55	R56
B61	G62	B63	G64	B65	G66

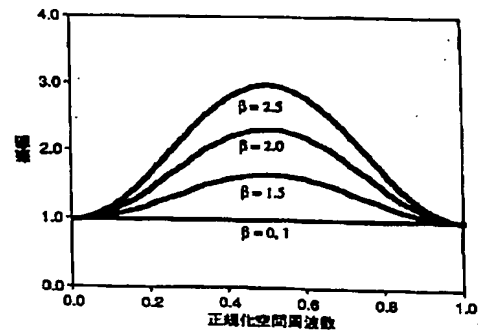
【図3】



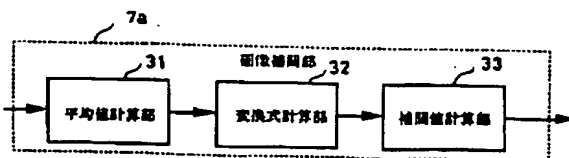
【図4】 【図5】 【図6】

Mg	G	W	G	G	Cy
Cy	Ye	Cy	Ye	Ye	G

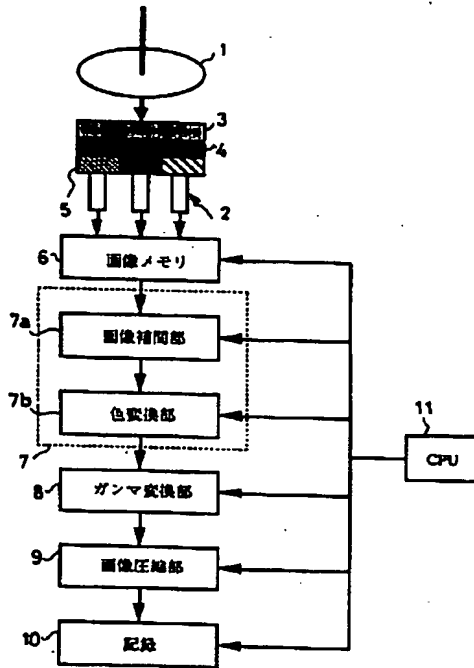
【図10】



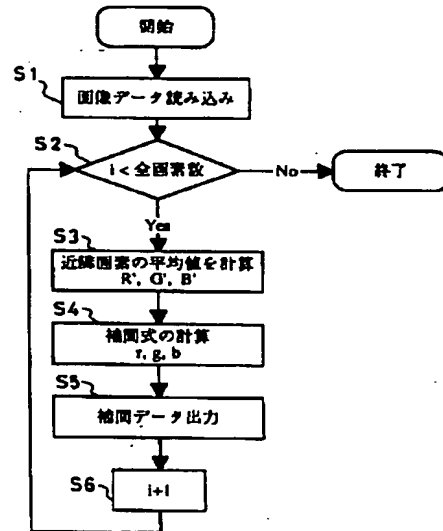
【図7】



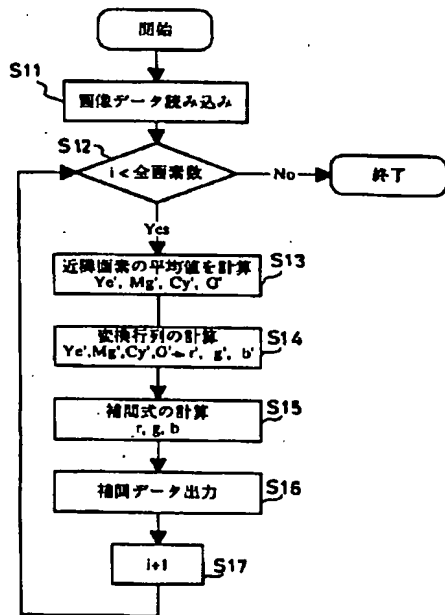
【図1】



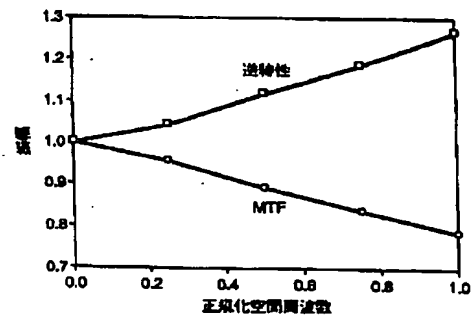
【図8】



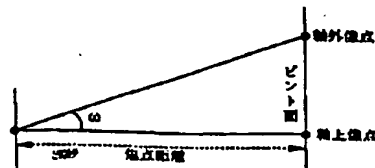
【図9】



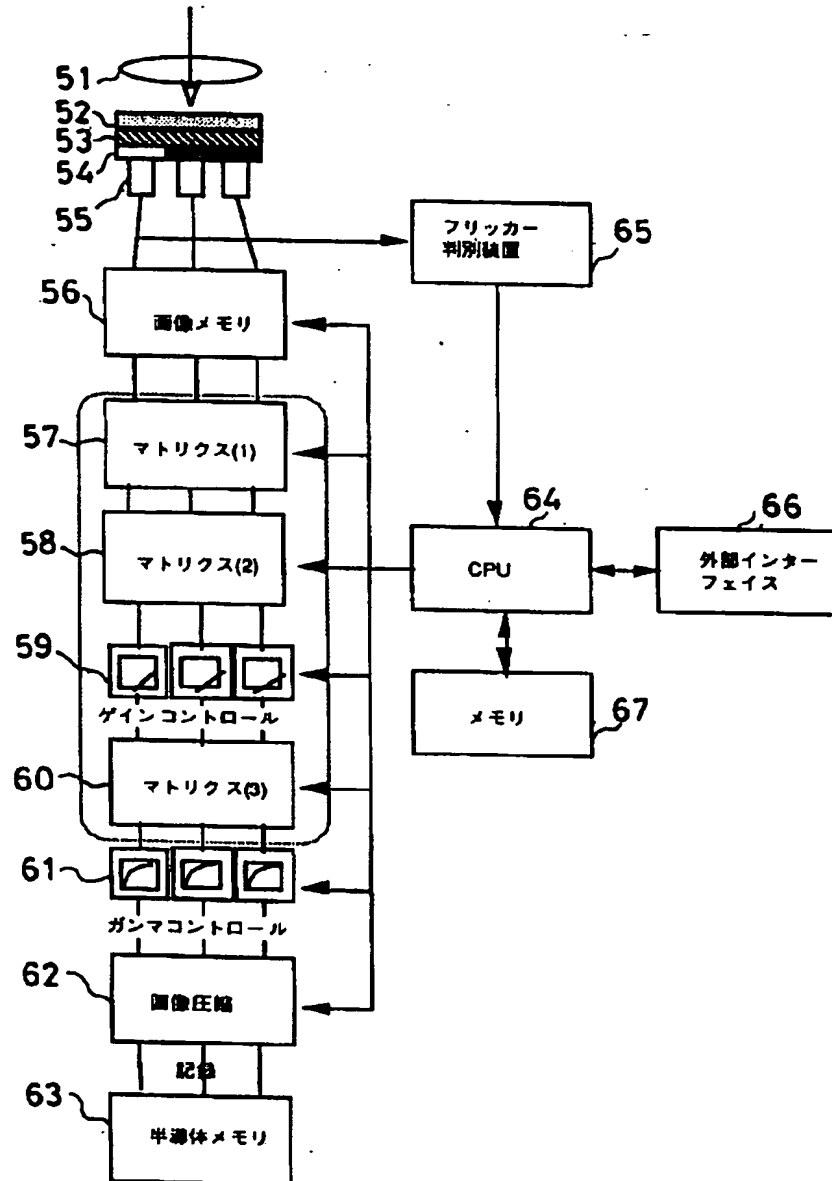
【図11】



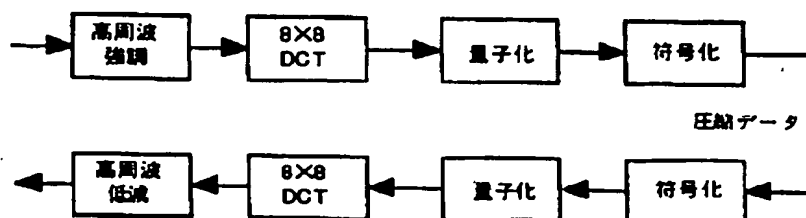
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

